



PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KONTROL PADA *GREENHOUSE* DAN *PLANT FACTORY* BERBASIS *MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT*

PUTU OKI WIRADITA ARYAWAN



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol pada *Greenhouse* dan *Plant Factory* berbasis *Message Queuing Telemetry Transport*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Putu Oki Wiradita Aryawann
F1401211054

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

PUTU OKI WIRADITA ARYAWAN. Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol pada *Greenhouse* dan *Plant Factory* berbasis *Message Queuing Telemetry Transport*. Dibimbing oleh SUPRIYANTO.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol berbasis protokol *message queuing telemetry transport* (MQTT) pada lingkungan *greenhouse* dan *plant factory*. Tahapan penelitian ini terdiri dari analisis sistem, perancangan desain sistem, implementasi sistem serta pengujian sistem. Hasil penelitian ini terdiri dari sistem monitoring dan sistem kontrol. Sistem monitoring dilengkapi dengan *node main controler unit* (MCU), ESP32 dan sensor seperti suhu udara (DHT21), kelembapan udara (DHT21), intensitas cahaya (sensor lux), suhu air (DS18B20), serta kelembapan tanah (*soil moisture*). Data ditransmisikan melalui *broker* MQTT berbasis Aedes yang dikonfigurasi pada *platform* Node-RED di *virtual private server* (VPS) yang dilengkapi database MySQL. Sistem monitoring diimplementasikan pada *mini plant factory*, *greenhouse* anggur, *aquaculture*, *aquaponic* dan *screenhouse* di *Agribusiness and Technology Park* (ATP) IPB. Sistem kontrol dirancang dan diimplementasikan pada *greenhouse* anggur untuk mengaktifkan *solid state relay* (SSR) dan kontaktor untuk mengendalikan pompa air dan *solenoid valve* yang dikendalikan melalui *dashboard*. Pengujian performa dilakukan untuk menilai reliabilitas dan latensi sistem berdasarkan tingkat *quality of service* (QoS) pada MQTT dengan metode *one way delay* (OWD). Hasil pengujian menunjukkan bahwa latensi *node* monitoring pada QoS 0 tergolong stabil dengan rata-rata sebesar 59,51 ms. Pada sistem kontrol, diperoleh rata-rata latensi sebesar 63,07 ms untuk QoS 0, 72,21 ms untuk QoS 1, dan 85,64 ms untuk QoS 2.

Kata kunci: ESP32, *greenhouse*, MQTT, *plant factory*, *quality of service*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRACT

PUTU OKI WIRADITA ARYAWAN. Design of Monitoring and Control System for Greenhouse and Plant Factory Based on Message Queuing Telemetry Transport. Supervised by SUPRIYANTO.

This study aimed to design and implement a monitoring and control system based on the message queuing telemetry transport (MQTT) protocol for greenhouse and plant factory environments. The research stages include system analysis, design, implementation, and testing. The outcomes of this study consist of a monitoring system and a control system. The monitoring system is equipped with a main control unit (MCU) using ESP32 and sensors such as air temperature and humidity (DHT21), light intensity (lux sensor), water temperature (DS18B20), and soil moisture. Data is transmitted via an Aedes-based MQTT broker installed on the Node-RED platform on a virtual private server (VPS) integrated with a MySQL database. The monitoring system is implemented in various environments, including a mini plant factory, grape greenhouses, aquaculture, aquaponics, and screenhouse at the Agribusiness and Technology Park (ATP), IPB University. Specifically, the control system is designed and implemented in the grape greenhouse to activate solid-state relays (SSR) and contactors to operate water pumps and solenoid valves, all managed through a dashboard interface. System performance testing was conducted to evaluate reliability and latency based on the MQTT quality of service (QoS) levels using the one-way delay (OWD) method. The results indicate that the latency of the monitoring node at QoS 0 is relatively stable, with an average of 59.51 ms. For the control system, the average latency test at 63.07 ms for QoS 0, 72.21 ms for QoS 1, and 85.64 ms for QoS 2.

Keywords: ESP32, greenhouse, MQTT, plant factory, quality of service



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KONTROL PADA *GREENHOUSE* DAN *PLANT FACTORY* BERBASIS *MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT*

PUTU OKI WIRADITA ARYAWAN

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc.
- 2 Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M. Agr.



Judul Skripsi : Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol pada *Greenhouse* dan *Plant Factory* berbasis *Message Queuing Telemetry Transport*

Nama : Putu Oki Wiradita Aryawan
NIM : F1401211054

Hak cipta milik IPB University

Pembimbing 1:
Supriyanto, S.TP, M.Kom, Ph.D.
NIP. 198612072012121001

Disetujui oleh



Diketahui oleh

Ketua Departemen
Teknik Mesin dan Biosistem:
Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr.
NIP. 196304251989031001



Tanggal Ujian:
4 Juli 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari hingga Juli 2025 ini ialah sistem informasi geografis, dengan judul “Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol pada *Greenhouse* dan *Plant Factory* berbasis *Message Queuing Telemetry Transport*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Skripsi ini ditulis atas bimbingan dan kerja sama berbagai pihak selama penulisan, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Nyoman Yasa dan Kadek Arsini selaku orang tua yang telah memberikan dukungan selama masa kuliah di Institut Pertanian Bogor.
2. Supriyanto, S.TP, M.Kom, Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir yang membimbing dan memberikan pengarahan materi maupun rohani kepada penulis sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.
3. Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc dan Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M. Agr selaku dosen penguji serta Kania Amelia Safitri, S.T., M.T selaku moderator yang telah memberikan masukan demi terselesaikannya perbaikan penelitian ini.
4. Direktur Direktorat Pengembangan Masyarakat Agromaritim (DPMA) IPB (Dr. Handian Purwawangsa, S.Hut., M.Si.), Asisten Direktur Kewirausahaan Sosial (Dr.rer.pol. Mohammad Iqbal Irfany, S.E., M.App.Ec.), Supervisor Kewirausahaan Sosial (Muhammad Isbayu, S.P.), Supervisor Layanan Agromaritim (Danang Aria Nugroho, S.E., M.Si.) beserta jajaran yang telah memberikan bantuan fasilitas dan pendanaan penelitian.
5. Beasiswa Kartu Indonesia Pintar (KIP) Kuliah, atas dukungan finansial yang telah diberikan sepanjang masa studi.
6. Teman-teman seperbimbingan DSLab 58 (Arham, Farhan, dan Yuri) yang telah banyak memberikan bantuan teknis dan motivasi dalam pelaksanaan penelitian.
7. Bang Rafle, Bang Tegar dan Mas Ananda yang telah banyak membantu dalam aspek teknis selama proses penelitian di ATP IPB.
8. Rekan-rekan seperjuangan di IPB Robotic Club yang telah memberikan semangat dan ruang diskusi selama proses penelitian serta berbagai pengalaman menarik selama kompetisi dan di lab robotik tercinta.
9. Teman-teman Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 58 “RESONANCE” atas segala kebersamaan, dukungan, motivasi serta pengalaman yang berharga selama perkuliahan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025
Putu Oki Wiradita Aryawan



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Budidaya Tanaman di Lingkungan Terkendali	4
2.2 <i>Internet of Things</i> (IoT)	5
2.3 Protokol <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT)	6
2.4 <i>Platform</i> Node-RED	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Tahapan Penelitian	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Sistem Pemantauan (<i>Monitoring</i>)	13
4.2 Implementasi Sistem Kontrol	19
4.3 Pengujian Sistem	23
V SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	35

DAFTAR TABEL

1	Perangkat keras sistem pemantauan	9
2	Perangkat keras sistem kontrol	9
3	Perangkat lunak	10
4	Kriteria latensi <i>one way</i> pada sistem TIPHON (ETSI 1999)	12

DAFTAR GAMBAR

1	Skema pertukaran termal pada <i>greenhouse</i> (Suhardiyanto 2023)	4
2	<i>Greenhouse</i> pembenihan (a), <i>greenhouse</i> budidaya (b)	5
3	<i>Plant factory</i> ATP IPB (a), <i>plant factory</i> TMB IPB (b)	5
4	Skema IoT pada <i>plant factory</i>	6
5	Arsitektur komunikasi MQTT	7
6	<i>Quality of service</i> pada protokol MQTT	7
7	Lokasi implementasi sistem (a) <i>mini plant factory</i> (b) <i>greenhouse</i>	11
8	Skema pengukuran latensi pada <i>node</i> sensor	12
9	Skema pengukuran latensi pada <i>node</i> kontrol	12
10	Skema sistem pemantauan (<i>monitoring</i>)	13
11	Skema umum perangkat keras <i>node</i> sensor	13
12	Skema umum perangkat keras <i>node</i> sensor	14
13	Desain PCB <i>single layer</i> (a), hasil fabrikasi PCB (b)	14
14	Instalasi <i>node</i> sensor pada <i>greenhouse</i> (a) dan <i>plant factory</i> (b)	15
15	Skema koneksi WiFi pada <i>node</i> sensor	15
16	Skema operasi pada <i>node</i> sensor	16
17	Skema broker MQTT	16
18	<i>Size payload</i> yang diterima MQTT <i>node</i> anggur (a), <i>plant factory</i> (b)	17
19	Contoh <i>flow</i> program pada Node-RED	17
20	Skema proses data pada <i>endpoint</i> API	18
21	<i>User interface</i> data <i>node</i> sensor <i>plant factory</i>	18
22	<i>User interface</i> data <i>node</i> sensor <i>greenhouse nursery</i>	18
23	Skema sistem kendali	19
24	Skema <i>wiring</i> perangkat keras	19
25	Desain PCB <i>single layer</i> (a), hasil fabrikasi PCB (b)	20
26	Skema <i>piping</i> dan <i>wiring</i> pada sistem kontrol <i>greenhouse anggur</i>	20
27	Panel <i>node</i> kontrol (a) dan instalasi irigasi pada <i>greenhouse anggur</i>	21
28	Skema sistem pada <i>node</i> kontrol	21
29	Skema data pada <i>broker</i> MQTT	22
30	<i>Flow</i> pengiriman ke <i>database</i> pada Node-RED	22
31	<i>User interface</i> kontrol	22
32	<i>Flow</i> pengiriman data dari <i>node</i> sensor	23
33	<i>Flow</i> perhitungan latensi pada Node-RED	23
34	<i>Debug payload</i> perhitungan latensi pada Node-RED	24
35	Grafik pengukuran latensi pada sistem monitoring	24
36	<i>Flow</i> pengiriman waktu pada <i>server</i> PHP sistem kontrol	25



37	Flow pada <i>node</i> kontrol	25
38	Flow pada Node-RED	26
39	Debug <i>payload</i> perhitungan latensi kontrol pada Node-RED	26
40	Grafik pengujian pada sistem kontrol	26

@Hak cipta milik IPB University

DAFTAR LAMPIRAN

1	Skema implementasi sistem di ATP IPB	29
2	Implementasi <i>node</i> sensor di ATP IPB	30
3	Flow Node-RED	31
4	User interface untuk <i>node</i> sensor	32