



**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI
HIDROPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
(IOT)**

Sub Judul

**ANALISIS KINERJA PROTOKOL HTTP, MQTT,
DAN WEBSOCKET PADA SISTEM MONITORING
KUALITAS AIR HIDROPONIK BERBASIS VPS
MENGUNAKAN STANDAR QOS TIPHON**

SKRIPSI

Kevin Alonzo Manuel Bakara - 2207421032

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI
HIDROPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
(IOT)**

Sub Judul

**ANALISIS KINERJA PROTOKOL HTTP, MQTT,
DAN WEBSOCKET PADA SISTEM MONITORING
KUALITAS AIR HIDROPONIK BERBASIS VPS
MENGUNAKAN STANDAR QOS TIPHON**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

Kevin Alonzo Manuel Bakara - 2207421032

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama

: Kevin Alonzo Manuel Bakara

NIM

: 2207421032

Jurusan / Program Studi

: Teknik Informatika dan Komputer / Teknik
Multimedia dan Jaringan

Judul Skripsi

: ANALISIS KINERJA PROTOKOL HTTP, MQTT,
AN WEBSOCKET PADA SISTEM MONITORING KUALITAS AIR
HIDROPONIK BERBASIS VPS MENGGUNAKAN STANDAR QOS TIPHON

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 28 Juni 2026

Yang membuat pernyataan



(Kevin Alonzo Manuel Bakara)

NIM. 2207421032

Hak Cipta :

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

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Kevin Alonzo Manuel Bakara
NIM : 2207421032
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Analisis Kinerja Protokol HTTP, MQTT, dan WebSocket pada Sistem Monitoring Kualitas Air Hidroponik Berbasis VPS Menggunakan Standar QoS TIPHON

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Rabu, Tanggal 1, Bulan Juli, Tahun 2024, dan dinyatakan LULUS.

Disahkan Oleh

Pembimbing I

: Maria Agustin, S.Kom., M.Kom.

Penguji I

: Dr. Indra Hermawan, M.Kom.

Penguji II

: Defiana Arnaldy, S.Tp., M.Si.

Penguji III

: Dwi Ermawati, MT.

Mengetahui:

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP.197908032003122003

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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke Tuhan Yesus Kristus atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Analisis Kinerja Protokol HTTP, MQTT, dan WebSocket pada Sistem Monitoring Kualitas Air Hidroponik Berbasis VPS Menggunakan Standar QoS TIPHON” sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan dan menyelesaikan Diploma Empat di Politeknik Negeri Jakarta. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak sekali dukungan, bantuan, dan arahan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Maria Agustin, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan masukan, dan membimbing penulis dari awal hingga akhir.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa, cinta, dan selalu menguatkan penulis di setiap langkah.
3. Para sahabat dan tim Hidroponik yang terus mendukung, baik dalam bentuk dukungan moral, ide, maupun sekedar menemani di tengah gundah dan lelah.
4. Teman-teman seperjuangan di TMJ’22 yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis selama mengemban ilmu di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberi manfaat dan menjadi kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diterima.

Depok, 28 Juni 2026

Kevin Alonzo Manuel Bakara



© Hak Cipta milik Jurusan Teknik 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah

ni:

Nama

: Kevin Alonzo Manuel Bakara

NIM

: 2207421032

Jurusan / Program Studi

: Teknik Informatika dan Komputer / Teknik
Multimedia dan Jaringan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS KINERJA PROTOKOL HTTP, MQTT, DAN WEBSOCKET
PADA SISTEM MONITORING KUALITAS AIR HIDROPONIK
BERBASIS VPS MENGGUNAKAN STANDAR QOS TIPHON**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk basis data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 28 Juni 2026

Yang membuat pernyataan



(Kevin Alonzo Manuel Bakara)

NIM. 2207421032



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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KINERJA PROTOKOL HTTP, MQTT, DAN WEBSOCKET PADA SISTEM MONITORING KUALITAS AIR HIDROPONIK BERBASIS VPS MENGGUNAKAN STANDAR QOS TIPHON

ABSTRAK

Sistem pemantauan hidroponik Internet of Things (IoT) umumnya bergantung pada cloud pihak ketiga tanpa evaluasi kinerja objektif. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan sistem pemantauan kualitas air hidroponik bayam berbasis Virtual Private Server (VPS) mandiri menggunakan mikrokontroler ESP32 dan algoritma Rule-Based. Metode yang digunakan meliputi evaluasi komparatif kinerja protokol HTTP, MQTT, dan WebSocket menggunakan Wireshark berdasarkan standar QoS TIPHON (throughput, delay, packet loss, jitter). Selain itu, reliabilitas server diuji menggunakan Apache JMeter dan Soak Testing berdasarkan standar ISO/IEC 25010:2023, serta kelayakan antarmuka dievaluasi melalui User Acceptance Test (UAT). Hasil penelitian menunjukkan MQTT memiliki throughput 526,43 bps dan delay 178,36 ms, HTTP mencapai 10.110,19 bps dan 572,75 ms, sedangkan WebSocket 1.655,64 bps dan 188,90 ms, dengan seluruh protokol mencatat packet loss 0% (kategori "Sangat Bagus"). Server terbukti stabil tanpa memory leak dengan utilisasi CPU 1,78% selama 6 jam, algoritma Rule-Based mencapai akurasi 100%, dan keberhasilan UAT mencapai 100%. Kesimpulannya, MQTT direkomendasikan untuk transmisi data asinkron karena efisiensi bandwidth, sedangkan WebSocket unggul untuk pembaruan data real-time.

Kata kunci : Internet of things (IoT), MQTT, Quality of Service, TIPHON, Virtual Private Server (VPS), WebSocket



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Perumusan Masalah.....	2
1. 3 Batasan Masalah.....	3
1. 4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1. 5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2. 1 Tinjauan Pustaka	7
2. 2 Studi Literatur	11
2. 2. 1 Sistem Hidroponik.....	11
2. 2. 2 <i>Internet of things</i> (IoT).....	12
2. 2. 3 <i>Smart Farming</i>	13
2. 2. 4 Protokol Hypertext Transfer Protocol (HTTP).....	13
2. 2. 5 Protokol <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT).....	13
2. 2. 6 Protokol WebSocket.....	14
2. 2. 7 Perbandingan Teoretis Protokol Berdasarkan Parameter QoS	14
2. 2. 8 <i>Broker Eclipse Mosquitto</i>	15
2. 2. 9 <i>Blynk Cloud</i>	16
2. 2. 10 <i>Node.js</i>	16
2. 2. 11 <i>Cloud Firebase</i>	17
2. 2. 12 <i>Virtual Private Server</i> (VPS).....	18
2. 2. 13 Kontainerisasi Docker.....	18

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 dari Jurusan TIK 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2. 2. 14	Algoritma <i>Rule-Based</i>	19
2. 2. 15	Presisi.....	20
2. 2. 16	Wireshark	20
2. 2. 17	<i>User Acceptance Test (UAT)</i>	21
2. 2. 18	Pengujian Sistem	21
BAB III METODE PENELITIAN		28
3. 1	Rancangan Penelitian	28
3. 2	Tahapan Penelitian	29
3. 3	Objek Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4. 1	Analisis Kebutuhan	33
4. 1. 1	Kebutuhan Fungsionalitas.....	33
4. 1. 2	Kebutuhan Non Fungsionalitas	35
4. 2	Perancangan Sistem.....	37
4. 2. 1	Blok Diagram Sistem.....	38
4. 2. 2	Topologi Jaringan Sistem.....	39
4. 2. 3	Diagram Alur Sistem	41
4. 2. 4	Alur Komunikasi Data	43
4. 2. 5	Perancangan Algoritma <i>Rule-Based</i>	43
4. 2. 6	Perancangan Basis Data	44
4. 2. 7	Perancangan <i>Dashboard Web</i>	46
4. 3	Implementasi Sistem	49
4. 3. 1	Kebutuhan <i>Hardware</i>	50
4. 3. 2	Kebutuhan <i>Software</i>	50
4. 3. 3	Implementasi Perangkat Keras	52
4. 3. 4	Implementasi <i>Backend</i> dan Orkestrasi Protokol.....	53
4. 3. 5	Implementasi <i>Frontend</i>	56
4. 3. 6	Implementasi Infrastruktur <i>Cloud</i>	60
4. 4	Pengujian	61
4. 4. 1	Deskripsi Pengujian	61
4. 4. 2	Prosedur Pengujian	62
4. 4. 3	Data Hasil Pengujian	67



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4. 4. 4 Analisis Data	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	101
5.1. Kesimpulan	101
5.2. Saran	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	108
LAMPIRAN	109





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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 WebSocket	14
Gambar 2. 2 Eclipse MQTT	16
Gambar 2. 3 Blynk Cloud	16
Gambar 2. 4 Node Js	17
Gambar 2. 5 Google Cloud Firebase	18
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	29
Gambar 4. 1 Diagram Blok Sistem	38
Gambar 4. 2 Arsitektur Jaringan Sistem	39
Gambar 4. 3 Flowchart Kerja Sistem	41
Gambar 4. 4 Koleksi History	45
Gambar 4. 5 Koleksi Users	46
Gambar 4. 6 Tampilan Halaman Login	47
Gambar 4. 7 Tampilan Halaman Dashboard	48
Gambar 4. 8 Penempatan Node Sensor IoT pada Media Hidroponik	53
Gambar 4. 9 Struktur File Backend	54
Gambar 4. 10 Implementasi Perhitungan <i>Rule-Based</i> pada Node.js	55
Gambar 4. 11 Implementasi Arsitektur Gatekeeper pada Node.js	56
Gambar 4. 12 Halaman Login	57
Gambar 4. 13 Dashboard Utama	57
Gambar 4. 14 Grafik pada Dashboard	58
Gambar 4. 15 Tabel History pada Dashboard	59
Gambar 4. 16 Antarmuka Konfigurasi Push Notification Telegram Bot	59
Gambar 4. 17 Overview VM GCP	60
Gambar 4. 18 Hasil Konfigurasi Firewall Rule VM	61
Gambar 4. 19 Summary Report Apache JMeter (Skenario 200 Koneksi)	83
Gambar 4. 20 Grafik Hasil Pengujian Fungsionalitas	91



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka.....	7
Tabel 2. 2 Klasifikasi Nilai Quality of Service (TIPHON)	22
Tabel 2. 3 Klasifikasi Nilai Standar QoS Berdasarkan TIPHON	24
Tabel 4. 1 Kebutuhan Fungsionalitas Sistem	33
Tabel 4. 2 Kebutuhan Non Fungsionalitas Sistem.....	35
Tabel 4. 3 Aturan Algoritma <i>Rule-Based</i>	44
Tabel 4. 4 Kebutuhan Hardware	50
Tabel 4. 5 Kebutuhan Software	51
Tabel 4. 6 Pengujian Fungsionalitas Sistem.....	68
Tabel 4. 7 Pengujian Algoritma <i>Rule-Based</i>	70
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Throughput Protokol MQTT	72
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Packet loss Protokol MQTT	73
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Delay Protokol MQTT	73
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Jitter Protokol MQTT	74
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Throughput Protokol HTTP.....	75
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Packet loss Protokol HTTP.....	76
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Delay Protokol HTTP.....	77
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Jitter Protokol HTTP	78
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Throughput Protokol WebSocket.....	79
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Packet loss Protokol WebSocket.....	79
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Delay Protokol WebSocket	80
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Jitter Protokol WebSocket.....	81
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Load testing Server VPS.....	82
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Metrik Soak testing Selama 6 Jam	84
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Daya Pulih Sistem (Recoverability).....	86
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Fungsional Sistem (UAT)	88
Tabel 4. 24 Penilaian Kepuasan Pengguna.....	90
Tabel 4. 23 Analisis QoS.....	94

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 dari Jurusan TIK 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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada *Smart Farming* hidroponik secara esensial mengoptimalkan efisiensi pemanfaatan lahan dan sumber daya (Rizal dkk., 2024). Secara teknis, integrasi sensor lingkungan *real-time* dapat mengendalikan perangkat irigasi dan nutrisi secara otomatis (Halawa, 2024). Otomatisasi ini krusial untuk meminimalisasi pemborosan *input* dan mendongkrak kualitas panen. Meskipun menjanjikan, ekosistem hidroponik memiliki kerentanan struktural akibat ketiadaan tanah sebagai penyeimbang alami (*buffer*). Keberhasilan panen sangat bergantung pada presisi pemeliharaan pH dan nutrisi (TDS). Deviasi dari rentang optimal berisiko fatal menghambat absorpsi hara tanaman (Zakiah dkk., 2025). Akibatnya, kehadiran sistem *monitoring real-time* menjadi syarat mutlak untuk memfasilitasi tindakan korektif seketika.

Kondisi ideal tersebut berbeda dengan kenyataan di lapangan. Berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola *greenhouse* hidroponik Lokatani, diketahui bahwa pemantauan kualitas air (pH dan TDS) masih dilakukan secara manual menggunakan alat ukur biasa. Cara manual ini dinilai kurang efisien karena mengharuskan pekerja turun langsung untuk mengecek air secara berkala. Selain itu, metode ini sering kali menghasilkan data yang kurang akurat akibat kelalaian manusia (*human error*). Keterbatasan ini memunculkan kebutuhan mendesak bagi pengelola Lokatani untuk memiliki sistem IoT yang bekerja otomatis dan seketika (*real-time*). Sistem ini diharapkan dapat mempermudah pekerjaan sehari-hari dan meminimalisasi risiko gagal panen akibat keterlambatan penanganan kualitas air yang buruk.

Saat ini, kebanyakan sistem pemantauan IoT pertanian masih menumpang pada layanan *cloud* milik pihak ketiga seperti Blynk, dan tidak menyertakan pengujian kualitas jaringan (*Quality of Service / QoS*) secara jelas. Mengandalkan *cloud* publik seperti ini sering kali menyebabkan data terlambat sampai (*delay*), yang bisa berakibat fatal untuk sistem *real-time*. Hal ini dibuktikan oleh penelitian Syukhron



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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

dkk. (2021) yang menemukan bahwa rata-rata keterlambatan pada Blynk mencapai 3.400 ms. Menurut standar telekomunikasi TIPHON, angka tersebut masuk kategori "Jelek" karena jauh melewati batas ideal yaitu 150 ms. Keterlambatan ini menjadi bukti nyata kelemahan layanan *cloud* publik untuk kebutuhan *real-time*. Oleh karena itu, solusi yang tepat adalah membuat server mandiri menggunakan *Virtual Private Server* (VPS).

Namun, setelah sistem dipindahkan ke VPS mandiri, muncul tantangan baru terkait pemilihan protokol komunikasi yang paling tepat untuk digunakan. Banyak pengembang IoT yang beralih ke VPS mandiri, tetapi mereka sering kali langsung memilih protokol seperti HTTP atau MQTT tanpa menguji kualitas layanannya (QoS). Padahal, penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Prasetyoaji dan Anifah (2025) membuktikan bahwa MQTT cukup stabil untuk sistem hidroponik. Di sisi lain, Nugraha dkk. (2024) menemukan bahwa MQTT lebih hemat kinerja mesin, tetapi HTTP lebih pasti dalam mengirimkan data. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak ada satu pun protokol yang paling sempurna di segala sisi, sehingga kita perlu membandingkannya secara langsung.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan karena belum ada riset yang membandingkan tiga protokol sekaligus HTTP, MQTT, dan WebSocket pada server VPS mandiri khusus untuk sistem hidroponik. Protokol WebSocket sendiri, yang bisa mengirim dan menerima data secara bersamaan dan terus-menerus tanpa harus saling menunggu (*request-response* berulang), belum pernah ikut dievaluasi dalam kasus ini. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja ketiga protokol tersebut secara menyeluruh menggunakan aplikasi Wireshark. Parameter yang diukur meliputi *delay* (keterlambatan), *throughput* (kecepatan data), *packet loss* (data yang hilang), dan *jitter* (variasi keterlambatan). Pengujian ini sangat penting agar pemilihan protokol jaringan untuk VPS hidroponik mandiri bukan sekadar tebakan, melainkan benar-benar terbukti memenuhi standar kualitas TIPHON.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang didapat berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan:



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan mekanisme komunikasi data menggunakan protokol HTTP, MQTT, dan WebSocket pada infrastruktur *server* mandiri untuk sistem *monitoring* hidroponik presisi berbasis IoT?
2. Bagaimana karakteristik kinerja transmisi data protokol HTTP, MQTT, dan WebSocket pada infrastruktur *server* mandiri sistem monitoring hidroponik berbasis IoT, berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) yang meliputi *delay*, *throughput*, *packet loss*, dan *jitter*?
3. Protokol manakah yang paling memenuhi standar reliabilitas TIPHON dan paling optimal untuk diimplementasikan pada sistem monitoring hidroponik presisi berbasis IoT?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang dibatasi untuk memfokuskan dan mengfisiensi waktu penelitian di antaranya yaitu:

1. Penelitian difokuskan pada sistem pemantauan (*monitoring*) hidroponik berbasis *Internet of things* (IoT) dan tidak mencakup fungsi pengendalian (*control*) seperti pengaturan pompa, pemberian nutrisi, atau pengaturan pH secara otomatis.
2. Data yang dikirimkan dan dievaluasi dalam pengujian QoS merupakan *payload* sensor kualitas larutan hidroponik, mencakup parameter derajat keasaman (pH) dan kepekatan nutrisi terlarut (TDS/PPM) dalam format JSON. Logika penentuan status kualitas air menggunakan algoritma *Rule-Based* (IF-THEN) yang dieksekusi sepenuhnya di sisi *server backend*.
3. Protokol komunikasi yang dianalisis dibatasi pada tiga protokol, yaitu HTTP, MQTT, dan WebSocket, yang diimplementasikan pada infrastruktur VPS mandiri berbasis Linux yang sama untuk memastikan kondisi pengujian yang setara dan objektif. *Server backend* Node.js berperan sebagai jembatan komunikasi yang mengintegrasikan ketiga protokol tersebut, dengan broker Eclipse Mosquitto dijalankan secara mandiri (*self-managed*) pada *port* standar 1883.



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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4. Manajemen penyimpanan data historis memanfaatkan layanan Cloud Firestore dengan struktur data dokumen (NoSQL) tanpa menggunakan basis data relasional.
5. Evaluasi kinerja komunikasi data dilakukan menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS) standar TIPHON yang meliputi *delay*, *throughput*, *packet loss*, dan *jitter*, serta pengujian beban komputasi internal (*load testing*) menggunakan Apache JMeter pada infrastruktur VPS.
6. Pengujian metrik QoS dilakukan secara terisolasi menggunakan medium jaringan nirkabel lokal (Wi-Fi Hotspot) yang dibatasi pada kapasitas *bandwidth* operasional di kisaran 20 Mbps. Penelitian ini tidak mengukur penurunan kinerja yang diakibatkan oleh fluktuasi delay eksternal dari *Internet Service Provider* (ISP) di luar skenario jaringan tersebut.
7. Penelitian tidak membahas implementasi keamanan jaringan pada lapisan transpor (seperti enkripsi sertifikat SSL/TLS), serta tidak mengevaluasi profil konsumsi daya pada perangkat mikrokontroler.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* hidroponik presisi berbasis IoT pada infrastruktur *Virtual Private Server* (VPS) mandiri yang mengintegrasikan protokol HTTP, MQTT, dan WebSocket sebagai objek evaluasi komparatif dalam satu kerangka pengujian yang terpadu dan setara.
2. Menganalisis dan membandingkan karakteristik kinerja transmisi data protokol HTTP, MQTT, dan WebSocket secara *end-to-end* berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) standar TIPHON yang meliputi *delay*, *throughput*, *packet loss*, dan *jitter* menggunakan Wireshark, serta mengukur ketahanan infrastruktur *server* terhadap beban transmisi menggunakan Apache JMeter.
3. Menetapkan protokol komunikasi yang paling optimal dan paling memenuhi standar reliabilitas TIPHON untuk diimplementasikan pada sistem monitoring hidroponik berbasis IoT berdasarkan hasil analisis kuantitatif komparatif.

Adapun manfaat penelitian ini adalah:



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1. Menghasilkan rancangan sistem monitoring hidroponik di VPS mandiri yang dapat digunakan sebagai contoh pengujian berbagai protokol IoT.
2. Menghasilkan data *benchmark* kinerja jaringan dan batas ketahanan server yang objektif, guna membantu pengembang sistem IoT menghindari pemborosan spesifikasi server.
3. Memberikan rekomendasi pemilihan protokol pengiriman data yang paling reliabel berdasarkan parameter QoS TIPHON untuk implementasi sistem pertanian presisi.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan proposal penelitian ini dilakukan dengan sistematika yang terstruktur guna menjamin alur pembahasan yang sistematis, koheren, dan mudah dipahami. Adapun pembagian bab dalam laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN Menjelaskan fondasi penelitian yang mencakup latar belakang pemilihan topik, rumusan masalah yang akan diselesaikan, batasan ruang lingkup penelitian, tujuan serta manfaat yang ingin dicapai, hingga sistematika penyusunan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA Menguraikan landasan teori, teknologi pengembangan aplikasi berbasis web yang diterapkan, serta tinjauan terhadap penelitian terdahulu yang relevan sebagai acuan pengembangan sistem.

BAB III METODE PENELITIAN Menjelaskan metodologi penelitian yang digunakan, meliputi tahapan perancangan arsitektur perangkat lunak, desain antarmuka pengguna, teknik pengumpulan data, serta prosedur pengujian dan metode analisis yang diterapkan dalam pengembangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN Memaparkan hasil realisasi penelitian yang meliputi analisis kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, perancangan arsitektur sistem *Client-Server*, implementasi algoritma *Rule-Based* pada sisi *backend*, implementasi antarmuka *dashboard* berbasis React.js, serta hasil dan analisis pengujian fungsionalitas, algoritma, dan kinerja jaringan (*Quality of Service*) berdasarkan standar TIPHON.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN Menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari seluruh rangkaian penelitian sebagai jawaban atas rumusan masalah yang telah ditetapkan, serta memberikan saran pengembangan yang relevan untuk penelitian lanjutan berdasarkan temuan dan keterbatasan sistem yang telah dibangun.



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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada Sistem Monitoring Hidroponik menggunakan arsitektur *Client-Server*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang bangun mekanisme komunikasi data berhasil diimplementasikan secara terintegrasi pada infrastruktur *Virtual Private Server* (VPS) Node.js guna memfasilitasi kebutuhan evaluasi komparatif. Untuk menjamin validitas pengujian, peladen direkayasa dengan arsitektur *Gatekeeper* (*Protocol Switch*) yang mengatur jalur masuk data (*ingestion*) dari mikrokontroler ESP32. Mekanisme ini secara dinamis mengisolasi lalu lintas jaringan, sehingga transmisi perangkat menggunakan protokol HTTP, MQTT, dan WebSocket dapat dieksekusi secara bergantian tanpa memicu interferensi data. Adapun pada lapisan presentasi, peladen memanfaatkan terowongan persisten WebSocket secara khusus untuk mendistribusikan data *real-time* ke antarmuka *dashboard*.
2. Karakteristik kinerja transmisi data menunjukkan disparitas efisiensi yang signifikan antarprotokol. Protokol HTTP tercatat sebagai jalur komunikasi paling lambat dan membebani jaringan, ditandai dengan *delay* tertinggi (572,75 ms), *jitter* tertinggi (43,35 ms), dan pembengkakan konsumsi *bandwidth* (*throughput* 10,11 kbps) akibat tingginya *overhead header*. Sebaliknya, protokol MQTT mendominasi efisiensi dengan *delay* tercepat (*delay* 178,36 ms), stabilitas pengiriman terbaik (*jitter* 33,92 ms), dan ukuran paket paling ringan (*throughput* 0,53 kbps). Protokol WebSocket membuktikan kinerja yang kompetitif (*delay* 188,90 ms) berkat peniadaan inisiasi sesi berulang. Ketiga protokol terbukti andal dalam menjaga keutuhan transmisi dengan tingkat *packet loss* absolut 0,00%.
3. Berdasarkan indeks standardisasi telekomunikasi TIPHON, protokol MQTT tervalidasi sebagai protokol yang paling optimal dan reliabel. Kombinasi nilai *delay* (178,36 ms) dan *packet loss* (0%) yang secara mutlak masuk ke dalam



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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

kategori "Sangat Bagus" menurut standar TIPHON membuktikan ketahanan protokol ini. Karakteristik ukuran *header* yang minimalis menjadikan MQTT sebagai arsitektur transmisi data yang paling direkomendasikan untuk ekosistem pertanian berskala industri.

5.2. Saran

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem *Smart Farming* pada penelitian di masa mendatang, disarankan beberapa langkah strategis berikut:

1. Mengimplementasikan sertifikat SSL/TLS untuk melakukan eskalasi keamanan protokol dari HTTP menjadi HTTPS, WS menjadi WSS, dan MQTT menjadi MQTTS.
2. Mengingat basis data *Document-oriented* (Cloud Firestore) memiliki batas kuota baca/tulis (*read/write limit*) dari penyedia layanan *cloud*, disarankan untuk mengintegrasikan sistem memori *cache* perantara seperti Redis pada *server* Node.js untuk melayani permintaan data riwayat jangka pendek ke antarmuka pengguna tanpa membebani lalu lintas pembacaan basis data utama.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR PUSTAKA

Ardiansyah, A. dan Pamuji, F. Y. 2025. "Penerapan Standar TIPPHON untuk Kinerja Quality of Service Jaringan Internet (Studi Kasus di Jaringan Alfabet)". *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(5).

Amruddin, A., A., Hidayat, R., dan Suyatno, S. (2022). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Bandung: CV. Media Sains Indonesia.

Andrianto, A., dan Suyatno, A. (2024). Analisis Perbandingan Beban Kerja Server Nginx dan Apache Menggunakan Apache JMeter. *Jurnal Informatika dan Komputer (JIK)*, 12(1), 45-55.

Ayeni, P. O. dan Adesoba, O. C. 2025. "IoT-based home control system using NodeMCU and Firebase". *Journal of Edge Computing*, 4, 17-34.

Bertrand-Martinez, E., Feio, P. D., Nascimento, V. d. B., Kon, F. dan Abelém, A. 2021. "Classification and evaluation of IoT brokers: A methodology". *International Journal of Network Management*, 31(3), e2115.

Dako, R. D. R. dan Ridwan, W. 2021. "Pengujian karakteristik Functional Suitability dan Performance Efficiency tesadaptif.net". *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(2), 48-53.

Eclipse Foundation. 2025. *Mosquitto - Open Source MQTT Broker*. <https://mosquitto.org/>. [20 Juni 2025]

Ferdiansyah, V., Oktavia, S. A., Mulyanto, Y. dan Yunanri, W. 2025. "Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of things (IoT) Menggunakan Microcontroller ESP32". *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 6(3), 238-246.

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Fernández Candel, C. J., Sevilla Ruiz, D. dan García-Molina, J. J. 2021. "A Unified Metamodel for NoSQL and Relational Databases". *arXiv preprint arXiv:2105.06494*.

Halawa, D. N. (2024). Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 6(2), 502-512.

International Telecommunication Union. 2003. *One-way transmission time (ITU-T Recommendation G.114)*. Geneva, Switzerland: ITU.

Irawan, N. D., Nurdin, S., Kusumawardhani, A. dan Izza, S. 2023. "Smart Hidroponik Berbasis Internet of things (IoT) Untuk Efektifitas Pertumbuhan Tanaman Bayam". *Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 5(2), 145-152.

ISO/IEC. 2023. *Information technology — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Product quality model*. ISO/IEC 25010:2023. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

Juanda, R. dan Yadi, I. Z. 2020. "Penerapan *Rule-Based* Dengan Algoritma Viterbi Untuk Deteksi Kesalahan Huruf Kapital Pada Karya Ilmiah". *Journal of Computer and Information Systems Ampera*, 1(1), 53-62.

Kasyanto, R. D., Syifa, F. T. dan Indriyanto, S. 2025. "Prototipe Sistem Pemanggil Pelayan di Restoran Menggunakan Metode Nirkabel dan ESP32 dengan Protokol MQTT". *Edu Elektrika Journal*, 13(2).

Kusmiati, M., Nurpalah, R. dan Restaviani, R. 2022. "Presisi dan Akurasi Hasil Quality Control Pada Parameter Pemeriksaan Glukosa Darah Di Laboratorium Klinik Rumah Sakit X Kota Tasikmalaya". *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science (JoIMedLabS)*, 3(1), 27-37.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Laaroussi, Z. dan Novo, O. (2021). A Performance Analysis of the Security Communication in CoAP and MQTT. *2021 IEEE 18th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)*. DOI: 10.1109/CCNC49032.2021.9369565

Mahmudin, M. dan Hariyono, R. C. S. 2022. "Penggunaan IP Publik Virtual Private Server (VPS) Untuk Akses Server Lokal Menggunakan Virtual Private Network (VPN) Tunnel". *IJIR (Indonesian Journal of Informatics and Research)*, 3(1), 58-63.

Mishra, B., Mishra, B. dan Kertész, A. 2021. "Stress-Testing MQTT Brokers: A Comparative Analysis of Performance Measurements". *Energies*, 14(19), 5817.

Mubarok, K. dan Romli, M. A. 2025. "Implementasi Metode *Rule-Based* dalam Mendeteksi Serangan Brute Force pada Owncloud". *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 159-167.

Munte, R. S., Risnita, R., Jailani, M. S. dan Siregar, I. 2023. "Jenis Penelitian Eksperimen dan Noneksperimen (Design Kausal Komparatif dan Design Korelasional)". *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 22350-22359.

Nugraha, K. A. 2024. "Efisiensi Pertukaran Data Client-Server menggunakan Web Socket pada Perangkat Berbasis Internet of things". *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 10(1).

Nugraha, I. R., Putra, W. H. N. dan Setiawan, E. 2024. "A Comparative Study of HTTP and MQTT for IoT Applications in Hydroponics". *Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi (RESTI)*, 8(1), 119-126.

Nusri, A. Z., dan Syah, R. E. (2025). Analisis Trafik Jaringan Menggunakan Wireshark Untuk Meningkatkan Kinerja Jaringan Pada Smk 3 Soppeng. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JISTI)*, 8(1), 114-122.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Parlika, R., Erayanti, A. E., Orissa, D. F., Ummam, M. A. I. dan Abrori, M. R. 2021. "Studi Literatur Kaitan Antara Rekayasa Kebutuhan dan Rekayasa Sistem". *Jurnal Sistem Informasi dan Bisnis Cerdas (SIBC)*, 14(1), 37-44.

Prabowo, M. C. A., Janitra, A. A. dan Wibowo, N. M. 2023. "Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis IoT Dengan Sensor Suhu, pH, dan Ketinggian Air Menggunakan ESP8266". *TECNOSCIENZA*, 7(2), 322.

Prasetyoaji, M. R. E. dan Anifah, L. 2025. "Design of Smart Hydroponics Based on Internet of things (IoT) Using *Rule-Based* System on Hydroponic Wick System". *Journal FORTEI-JEERI*, 6(1), 51-62.

Pratama, F., Wijaya, I. G. P. S. dan Albar, M. A. 2023. "Evaluation of Self-healing Mechanisms and Reconnection Latency in MQTT-Based Smart Agriculture Devices". *IEEE International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 204-210.

Pratama, I. A., Harsani, P. dan Suriansyah, M. I. 2024. "Perbandingan Pemrosesan Kinerja Server Raspberry dan PC untuk Optimalisasi Smart Farming Berbasis IoT". *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, 12(1).

Rahman, R., dan Imamulhair, M. (2024). Analisis jaringan internet menggunakan Wireshark pada warkop. *Technology Sciences Insights Journal*, 1(2), 66-70.

Rizal, F. J., Rahman, M. A., dan Maulana, A. A. (2024). Implementasi Smart Farming Dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan. *ZIRAA'AH*, 49(1), 120-126.

Safara, A. R., Alamin, M. M., Antika, D. I. F., Khoiroh, H., dan Syaifudin, N. (2025). Penggunaan Wireshark untuk Menganalisis Kualitas Layanan Jaringan Internet pada Program Wi-Fi Bumdes. *Nusantara Computer and Design Review*, 3(1), 38-46.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Safitri, N. A. dan Priambodo, A. S. 2023. "MQTT and CoAP Communication Protocol Analysis in Internet of things System for Strawberry Hydroponic Plants". *Journal of Robotics, Automation, and Electronics Engineering*, 1(1), 45-56.

Suryadi, A., Wahyuddin, M. I. dan Alamsyah, R. J. S. 2024. "Performance and Recovery Time Analysis of MQTT Protocol Under Network Disruption in IoT Systems". *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, 10(1), 45-56.

Syukhron, I., Rahmadewi, R. dan Ibrahim, I. 2021. "Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT". *ELECTRICIAN - Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 15(1).

Turnip, A., Pebriansyah, F. R., Simarmata, T., Sihombing, P. dan Joelianto, E. 2023. "Design of Smart Farming communication and web interface using MQTT and Node.js". *Open Agriculture*, 8.

Wati, D. R. dan Sholihah, W. 2021. "Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino". *Jurnal Multinetics*, 7(1).

Yakub, H., Daniawan, B., Wijaya, A. dan Damayanti, L. 2024. "Sistem Informasi E-Commerce Berbasis Website Dengan Metode Pengujian User Acceptance Testing". *JSITIK: Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi Komputer*, 2(2), 113-127.

Zakiah, S., Bintoro, A., Muthalib, M. A. dan Ikhwanus, M. 2025. "Alat Pengaturan Pencampuran Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of things". *Jurnal Energi Elektrik*, 14(1), 21-30.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Kevin Alonzo Manuel Bakara lahir di Bogor tahun 2004. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD BPK Penabur Bogor pada tahun 2016, dilanjutkan ke tingkat menengah di SMP BPK Penabur Bogor dan lulus pada tahun 2019, lalu melanjutkan ke sekolah tingkat atas di SMA Negeri 6 Kota Bogor dengan peminatan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA), lulus pada tahun 2022. Saat ini, penulis sedang menyelesaikan pendidikan sarjana terapan di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan. Selama menempuh masa perkuliahan, penulis aktif berorganisasi dalam Kelompok Studi Mahasiswa (KSM) serta berpartisipasi dan mengembangkan kompetensi melalui perlombaan, baik di bidang akademik maupun non-akademik.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Observasi



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI**
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034
Laman: <http://www.pnj.ac.id> Posel: humas@pnj.ac.id

Nomor : 81/DST/PL3.A.9/B/KM.07.00/2026
Perihal : Permohonan Izin Observasi

21 Januari 2026

Kepada Yth.
Chief Technology Officer PT Teknologi Lokatani Indonesia
Perumahan Jl. Puri Sriwedari No.12 Blok P, Harjamukti, Kec. Cimanggis, Kota Depok, Jawa Barat 16421

Dengan hormat,

Sehubungan dengan mata kuliah Skripsi yang dilaksanakan pada semester 8 (delapan) Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta. Dengan ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu agar dapat mengizinkan mahasiswa kami untuk melakukan observasi di **PT Teknologi Lokatani Indonesia** dengan judul penelitian "Rancang Bangun Sistem Smart Hydroponic Berbasis Internet Of Things".

Tugas mata kuliah ini bertujuan untuk menambah wawasan terkait dengan aplikasi teori yang sudah dipelajari di Kampus dengan kondisi lapangan sebagai wadah pembelajaran dan penambah informasi mengenai mata kuliah tersebut. Adapun berikut adalah nama mahasiswa kami:

No.	Nama dan Nim	Semester/ Program Studi	Nomor Telepon dan Email	Tujuan Observasi
1	Muhammad Brian Azura Nixon 2207421056	8 / Teknik Multimedia dan Jaringan	081213777077 muhammad.brian.a.zura.nixon.tik22@mhs.pnj.ac.id	Ingin mengetahui data-data penunjang dan wawancara untuk Skripsi
2	Kevin Alonzo Manuel Bakara 2207421032		085814528872 kevin.alonzo.manuel.bakara.tik22@mhs.pnj.ac.id	

Demikian surat ini kami buat, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.


 Ketua Jurusan,
 Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
 NIP. 197908032003122003

Tembusan :

1. Direktur;
2. Wakil Direktur Bidang Akademik;
3. Kepala Bagian Keuangan dan Umum
4. Kasubbag. Umum Politeknik Negeri Jakarta.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Dokumentasi Observasi dan Implementasi





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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Instrumen dan Hasil *User Acceptance Test* (UAT)





© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pemantauan Data Waktu-Nyata (*Real-Time*)

Copy chart

1 response



● Berhasil
● Gagal

Verifikasi Mesin Keputusan (*Rule-Based Helper*)

Copy chart

1 response



● Berhasil
● Gagal

Pengecekan Riwayat Log Data

Copy chart

1 response

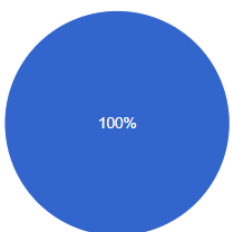


● Berhasil
● Gagal

Pengujian Fitur Ekspor Data

Copy chart

1 response



● Berhasil
● Gagal



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

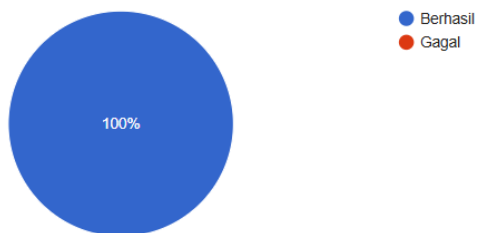
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Penyambungan Notifikasi Telegram (*Binding*)

[Copy chart](#)

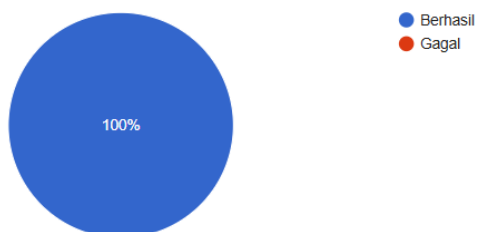
1 response



Pemutusan Koneksi Telegram (*Unbinding*)

[Copy chart](#)

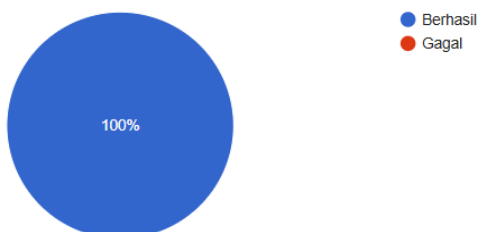
1 response



Pengujian Responsivitas Tata Letak

[Copy chart](#)

1 response





© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

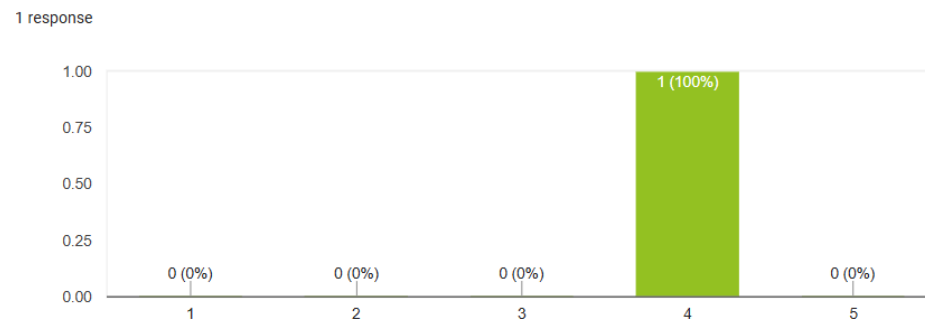
Hak Cipta :

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Penilaian Usability & Kepuasan

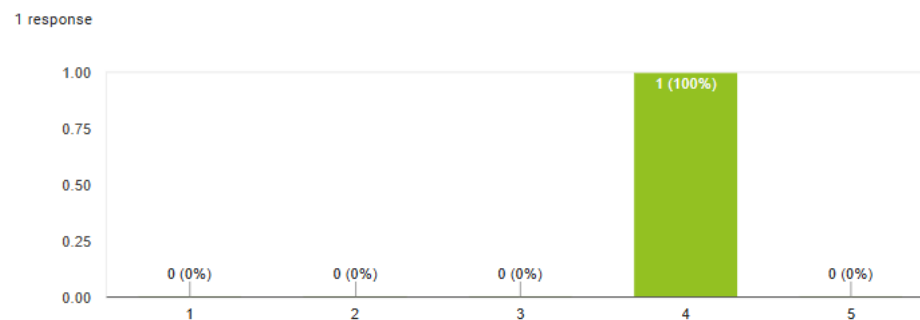
[Copy chart](#)

Tata letak menu dan fungsi tombol pada aplikasi ini sangat intuitif dan mudah dipahami pada penggunaan pertama.



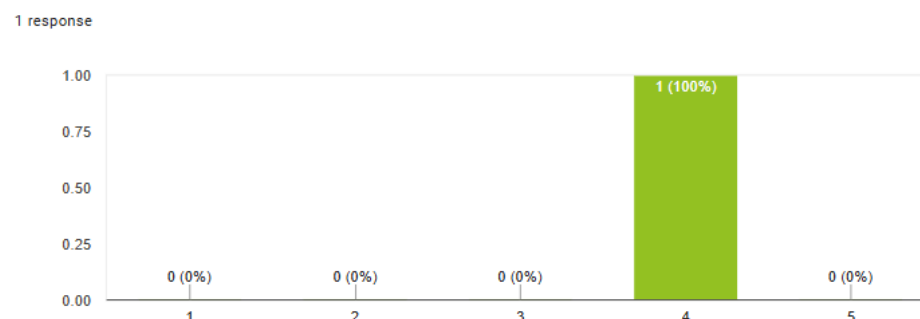
[Copy chart](#)

Visualisasi grafik sensor dan kontras warna pada antarmuka dasbor sangat nyaman dibaca.



[Copy chart](#)

Rekomendasi tindakan yang diberikan oleh fitur *Decision Helper* sangat jelas dan mudah dieksekusi oleh awam.





© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

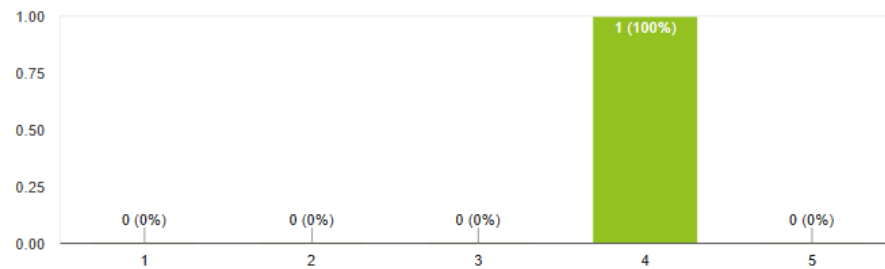
Hak Cipta :

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Transisi perpindahan antar-menu serta proses pemuatan tabel terasa cepat dan tidak lambat (*lag*).

Copy chart

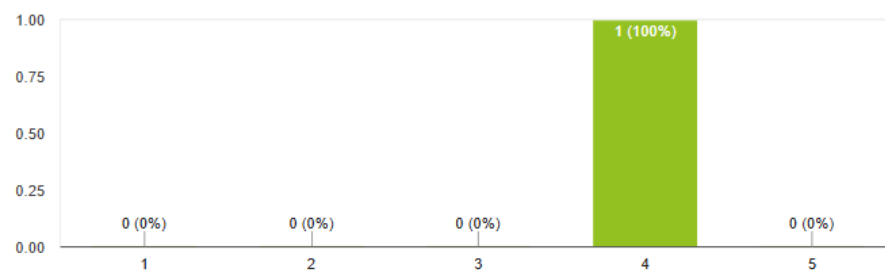
1 response



Keberadaan fitur ekspor Excel dan push-notifikasi Telegram membuat aplikasi ini sangat layak digunakan di lahan perkebunan riil.

Copy chart

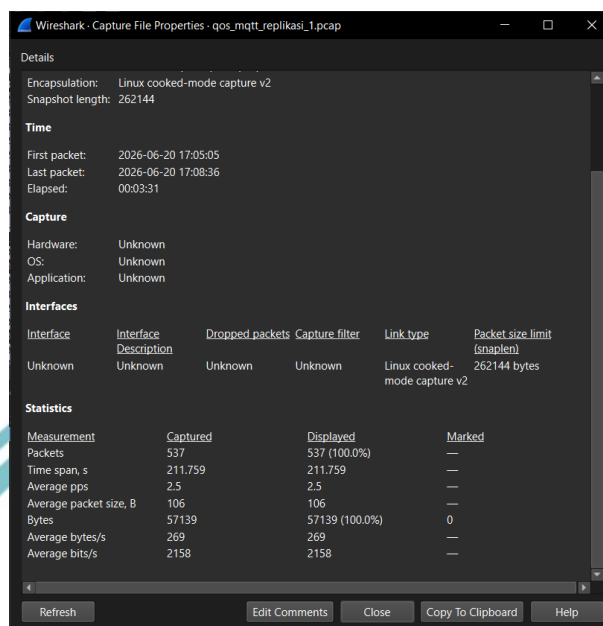
1 response



NEGERI
JAKARTA



Lampiran 4. Pengujian QoS MQTT



seqId	waktu_database	ph	ppm	protocol	emitted_at_raw	received_at_raw
1	20/6/2026, 10.05.05	0	871	mqtt	1781949905330	1781949905541
2	20/6/2026, 10.05.10	0	873	mqtt	1781949909964	1781949910155
3	20/6/2026, 10.05.15	0	873	mqtt	1781949914964	1781949915180
4	20/6/2026, 10.05.20	0	873	mqtt	1781949919964	1781949920163
5	20/6/2026, 10.05.25	0	873	mqtt	1781949924964	1781949925083
6	20/6/2026, 10.05.30	0	873	mqtt	1781949929964	1781949930106
7	20/6/2026, 10.05.35	0	873	mqtt	1781949934964	1781949935115
8	20/6/2026, 10.05.40	7,09999991	873	mqtt	1781949940116	1781949940254
9	20/6/2026, 10.05.45	7,09999991	873	mqtt	1781949945115	1781949945280
10	20/6/2026, 10.05.50	7,09999991	873	mqtt	1781949950115	1781949950280
11	20/6/2026, 10.05.55	7,09999991	873	mqtt	1781949955115	1781949955291
12	20/6/2026, 10.06.00	7,09999991	855	mqtt	1781949960300	1781949960507
13	20/6/2026, 10.06.05	7,09999991	850	mqtt	1781949965299	1781949965435
14	20/6/2026, 10.06.10	7,09999991	850	mqtt	1781949970299	1781949970451
15	20/6/2026, 10.06.15	7,09999991	850	mqtt	1781949975299	1781949975464
16	20/6/2026, 10.06.20	7,09999991	850	mqtt	1781949980299	1781949980480
17	20/6/2026, 10.06.25	7,09999991	850	mqtt	1781949985299	1781949985497
18	20/6/2026, 10.06.30	7,09999991	850	mqtt	1781949990299	1781949990423
19	20/6/2026, 10.06.35	7,09999991	850	mqtt	1781949995647	1781949995841
20	20/6/2026, 10.06.40	7,09999991	850	mqtt	1781950000646	1781950000862
21	20/6/2026, 10.06.45	7,09999991	850	mqtt	1781950005646	1781950005776
22	20/6/2026, 10.06.50	7,09999991	850	mqtt	1781950010646	1781950010809
23	20/6/2026, 10.06.56	7,09999991	829	mqtt	1781950015834	1781950016012
24	20/6/2026, 10.07.01	7,09999991	822	mqtt	1781950020833	1781950021035
25	20/6/2026, 10.07.05	7,09999991	822	mqtt	1781950025833	1781950025946
26	20/6/2026, 10.07.10	7,09999991	822	mqtt	1781950030833	1781950030981
27	20/6/2026, 10.07.15	7,09999991	822	mqtt	1781950035833	1781950035981
28	20/6/2026, 10.07.21	7,09999991	822	mqtt	1781950040833	1781950041019
29	20/6/2026, 10.07.26	7,09999991	822	mqtt	1781950045833	1781950046011
30	20/6/2026, 10.07.31	7,09999991	822	mqtt	1781950051181	1781950051345
31	20/6/2026, 10.07.36	7,09999991	822	mqtt	1781950056180	1781950056356
32	20/6/2026, 10.07.41	7,09999991	822	mqtt	1781950061180	1781950061376
33	20/6/2026, 10.07.46	7,09999991	822	mqtt	1781950066180	1781950066287
34	20/6/2026, 10.07.51	7,09999991	786	mqtt	1781950071366	1781950071522

- 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

35	20/6/2026, 10.07.56	7,09999991	773	mqtt	1781950076365	1781950076547
36	20/6/2026, 10.08.01	7,09999991	773	mqtt	1781950081365	1781950081577
37	20/6/2026, 10.08.06	7,09999991	773	mqtt	1781950086365	1781950086567
38	20/6/2026, 10.08.11	7,09999991	773	mqtt	1781950091365	1781950091483
39	20/6/2026, 10.08.16	7,09999991	773	mqtt	1781950096365	1781950096520
40	20/6/2026, 10.08.21	7,09999991	773	mqtt	1781950101365	1781950101522
41	20/6/2026, 10.08.26	7,09999991	773	mqtt	1781950106719	1781950106862
42	20/6/2026, 10.08.31	7,09999991	773	mqtt	1781950111718	1781950111858

Lampiran 5. Pengujian QoS HTTP

seqId	waktu_database	ph	ppm	protocol	emitted_at_raw	received_at_raw
1	20/6/2026, 10.36.01	0	872	http	1781951761293	1781951761875
2	20/6/2026, 10.36.06	0	872	http	1781951765433	1781951766035
3	20/6/2026, 10.36.10	0	872	http	1781951770432	1781951770859
4	20/6/2026, 10.36.15	0	872	http	1781951775432	1781951775983
5	20/6/2026, 10.36.20	0	872	http	1781951780439	1781951780986
6	20/6/2026, 10.36.26	0	872	http	1781951785457	1781951786012
7	20/6/2026, 10.36.31	0	872	http	1781951790474	1781951791025
8	20/6/2026, 10.36.36	6,80000019	872	http	1781951795558	1781951796039
9	20/6/2026, 10.36.41	6,80000019	872	http	1781951800557	1781951801160
10	20/6/2026, 10.36.46	6,80000019	872	http	1781951805557	1781951806083
11	20/6/2026, 10.36.50	6,80000019	872	http	1781951810557	1781951810998
12	20/6/2026, 10.36.56	6,80000019	872	http	1781951815653	1781951816211
13	20/6/2026, 10.37.01	6,80000019	875	http	1781951820652	1781951821237
14	20/6/2026, 10.37.06	6,80000019	875	http	1781951825652	1781951826371
15	20/6/2026, 10.37.11	6,80000019	875	http	1781951830652	1781951831168
16	20/6/2026, 10.37.16	6,80000019	875	http	1781951835652	1781951836182
17	20/6/2026, 10.37.21	6,80000019	875	http	1781951840653	1781951841205
18	20/6/2026, 10.37.26	6,80000019	875	http	1781951845671	1781951846231
19	20/6/2026, 10.37.31	6,80000019	875	http	1781951850672	1781951851231
20	20/6/2026, 10.37.36	6,80000019	875	http	1781951855671	1781951856477
21	20/6/2026, 10.37.41	6,80000019	875	http	1781951860671	1781951861266
22	20/6/2026, 10.37.46	6,80000019	875	http	1781951865671	1781951866182



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

23	20/6/2026, 10.37.51	6,80000019	895	http	1781951870679	1781951871203
24	20/6/2026, 10.37.56	6,80000019	915	http	1781951875687	1781951876217
25	20/6/2026, 10.38.01	6,80000019	915	http	1781951880693	1781951881242
26	20/6/2026, 10.38.06	6,80000019	915	http	1781951885711	1781951886252
27	20/6/2026, 10.38.11	6,80000019	915	http	1781951890728	1781951891276
28	20/6/2026, 10.38.16	6,80000019	915	http	1781951895747	1781951896291
29	20/6/2026, 10.38.21	6,80000019	915	http	1781951900764	1781951901319
30	20/6/2026, 10.38.26	6,80000019	915	http	1781951906166	1781951906772
31	20/6/2026, 10.38.31	6,80000019	915	http	1781951911165	1781951911751
32	20/6/2026, 10.38.36	6,80000019	915	http	1781951916165	1781951916671
33	20/6/2026, 10.38.41	6,80000019	915	http	1781951921165	1781951921701
34	20/6/2026, 10.38.46	6,80000019	911	http	1781951926183	1781951926757
35	20/6/2026, 10.38.51	6,80000019	908	http	1781951931190	1781951931745
36	20/6/2026, 10.38.56	6,80000019	908	http	1781951936196	1781951936744
37	20/6/2026, 10.39.01	6,80000019	908	http	1781951941214	1781951941768
38	20/6/2026, 10.39.06	6,80000019	908	http	1781951946232	1781951946779
39	20/6/2026, 10.39.11	6,80000019	908	http	1781951951250	1781951951828
40	20/6/2026, 10.39.16	6,80000019	908	http	1781951956268	1781951956835
41	20/6/2026, 10.39.22	6,80000019	908	http	1781951961669	1781951962300
42	20/6/2026, 10.39.27	6,80000019	908	http	1781951966668	1781951967259

Lampiran 6. Pengujian QoS WebSocket

Measurement	Captured	Displayed	Marked
Packets	1554	1554 (100.0%)	—
Time span, s	219.294	219.294	—
Average pps	7.1	7.1	—
Average packet size, B	439	439	—
Bytes	681483	681483 (100.0%)	0
Average bytes/s	3107	3107	—
Average bits/s	24 k	24 k	—

seqid	waktu_database	ph	ppm	protocol	emitted_at_raw	received_at_raw
1	20/6/2026, 11.11.09	0	873	websocket	1781953869472	1781953869655
2	20/6/2026, 11.11.14	0	873	websocket	1781953874472	1781953874684
3	20/6/2026, 11.11.19	0	873	websocket	1781953879472	1781953879688
4	20/6/2026, 11.11.24	0	873	websocket	1781953884472	1781953884741
5	20/6/2026, 11.11.29	0	873	websocket	1781953889472	1781953889634
6	20/6/2026, 11.11.34	0	873	websocket	1781953894472	1781953894638
7	20/6/2026, 11.11.39	6,5	873	websocket	1781953899736	1781953899971
8	20/6/2026, 11.11.44	6,5	873	websocket	1781953904736	1781953904885
9	20/6/2026, 11.11.49	6,5	873	websocket	1781953909736	1781953909919
10	20/6/2026, 11.11.54	6,5	873	websocket	1781953914736	1781953914912
11	20/6/2026, 11.12.00	6,5	890	websocket	1781953919944	1781953920136



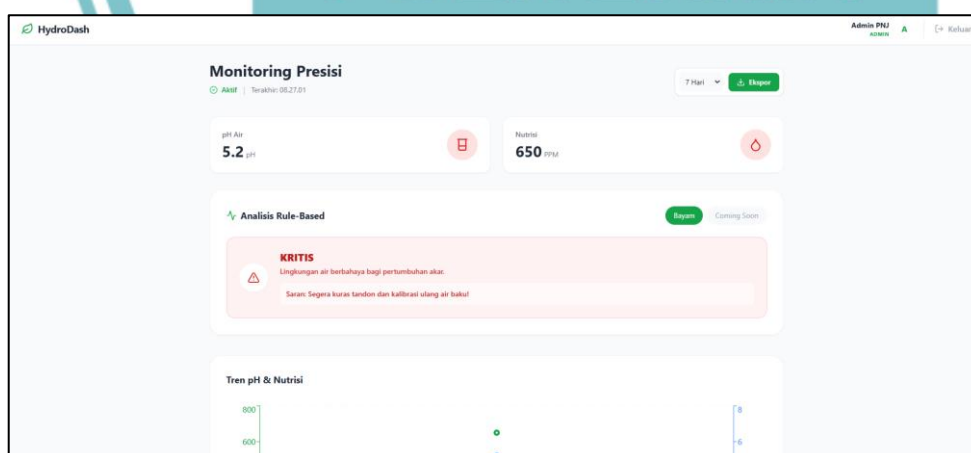
© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

12	20/6/2026, 11.12.05	6,5	944	websocket	1781953925027	1781953925285
13	20/6/2026, 11.12.10	6,5	944	websocket	1781953930027	1781953930195
14	20/6/2026, 11.12.15	6,5	944	websocket	1781953935027	1781953935195
15	20/6/2026, 11.12.20	6,5	944	websocket	1781953940027	1781953940240
16	20/6/2026, 11.12.25	6,5	944	websocket	1781953945027	1781953945244
17	20/6/2026, 11.12.30	6,5	944	websocket	1781953950027	1781953950239
18	20/6/2026, 11.12.35	6,5	944	websocket	1781953955323	1781953955502
19	20/6/2026, 11.12.40	6,5	944	websocket	1781953960323	1781953960531
20	20/6/2026, 11.12.45	6,5	944	websocket	1781953965323	1781953965516
21	20/6/2026, 11.12.50	6,5	944	websocket	1781953970323	1781953970535
22	20/6/2026, 11.12.55	6,5	951	websocket	1781953975532	1781953975748
23	20/6/2026, 11.13.00	6,5	938	websocket	1781953980615	1781953980756
24	20/6/2026, 11.13.05	6,5	938	websocket	1781953985615	1781953985774
25	20/6/2026, 11.13.10	6,5	938	websocket	1781953990615	1781953990796
26	20/6/2026, 11.13.15	6,5	938	websocket	1781953995615	1781953995807
27	20/6/2026, 11.13.20	6,5	938	websocket	1781954000615	1781954000865
28	20/6/2026, 11.13.25	6,5	938	websocket	1781954005615	1781954005840
29	20/6/2026, 11.13.30	6,5	938	websocket	1781954010747	1781954010994
30	20/6/2026, 11.13.35	6,69999981	938	websocket	1781954015747	1781954015906
31	20/6/2026, 11.13.40	6,69999981	938	websocket	1781954020747	1781954020918
32	20/6/2026, 11.13.45	6,69999981	938	websocket	1781954025747	1781954025923
33	20/6/2026, 11.13.51	6,69999981	948	websocket	1781954030955	1781954031140
34	20/6/2026, 11.13.56	6,69999981	964	websocket	1781954036038	1781954036280
35	20/6/2026, 11.14.01	6,69999981	964	websocket	1781954041038	1781954041185
36	20/6/2026, 11.14.06	6,69999981	964	websocket	1781954046038	1781954046201
37	20/6/2026, 11.14.11	6,69999981	964	websocket	1781954051038	1781954051232
38	20/6/2026, 11.14.16	6,69999981	964	websocket	1781954056038	1781954056262
39	20/6/2026, 11.14.21	6,69999981	964	websocket	1781954061038	1781954061238
40	20/6/2026, 11.14.26	6,69999981	964	websocket	1781954066347	1781954066567
41	20/6/2026, 11.14.31	6,69999981	964	websocket	1781954071347	1781954071522
42	20/6/2026, 11.14.36	6,69999981	964	websocket	1781954076347	1781954076522

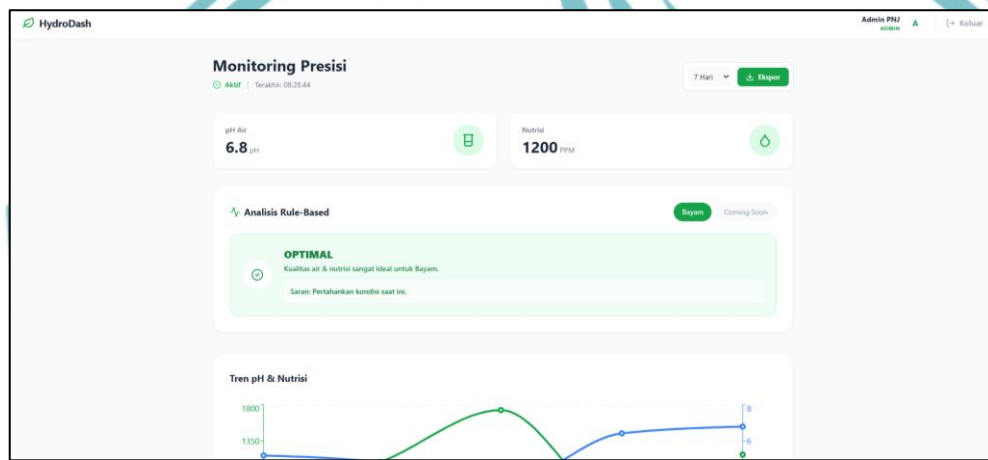
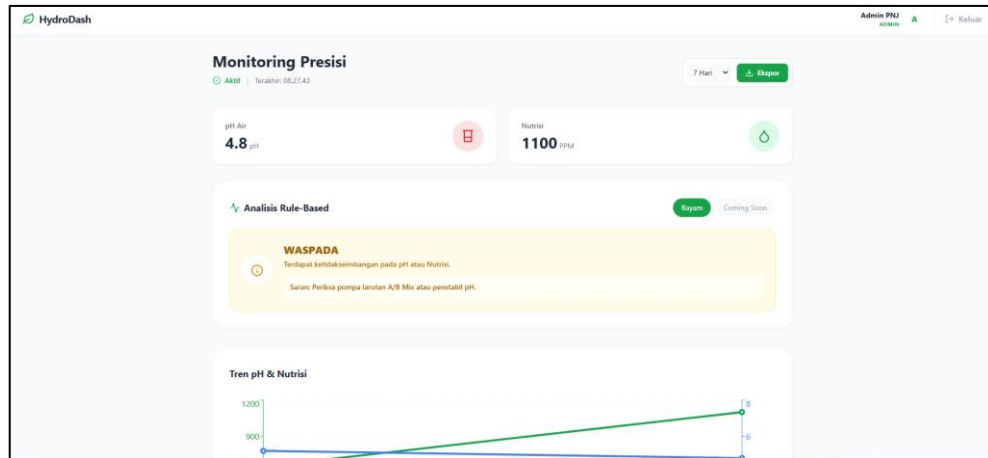
Lampiran 7. Bukti Pengujian Algoritma *Rule-Based*



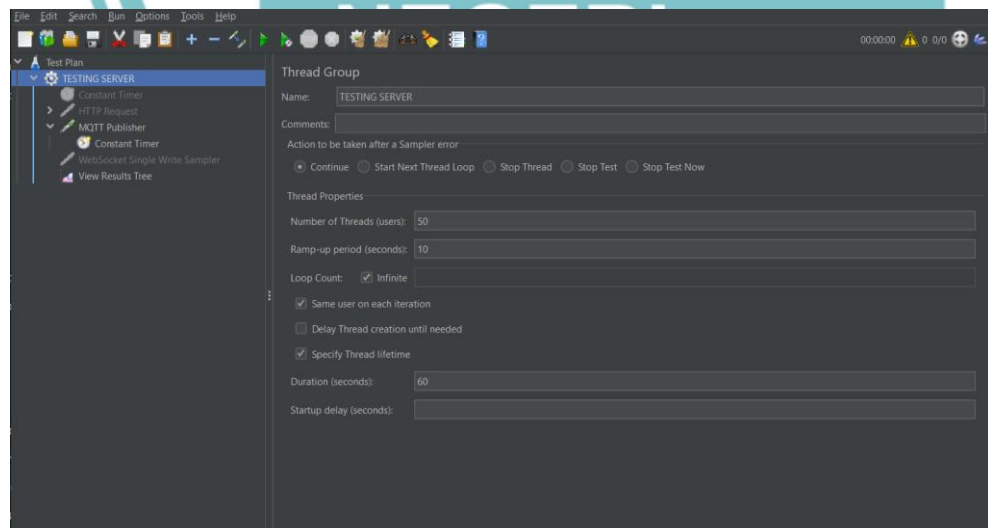


Hak Cipta :

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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 8. Bukti Pengujian Load Testing

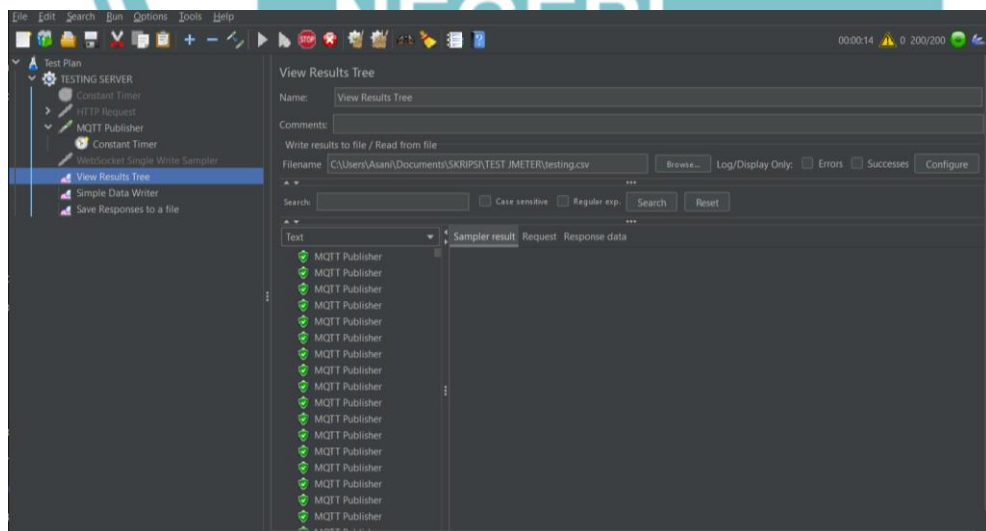
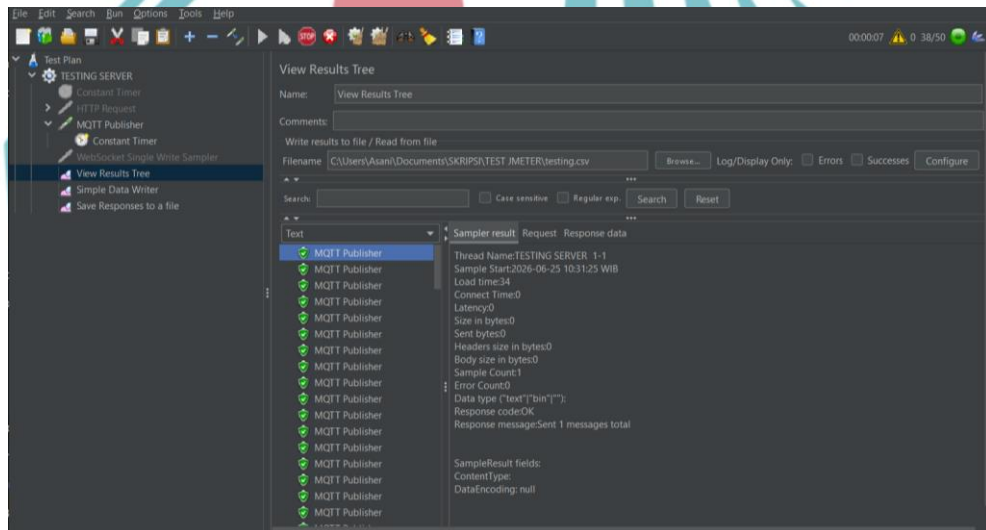
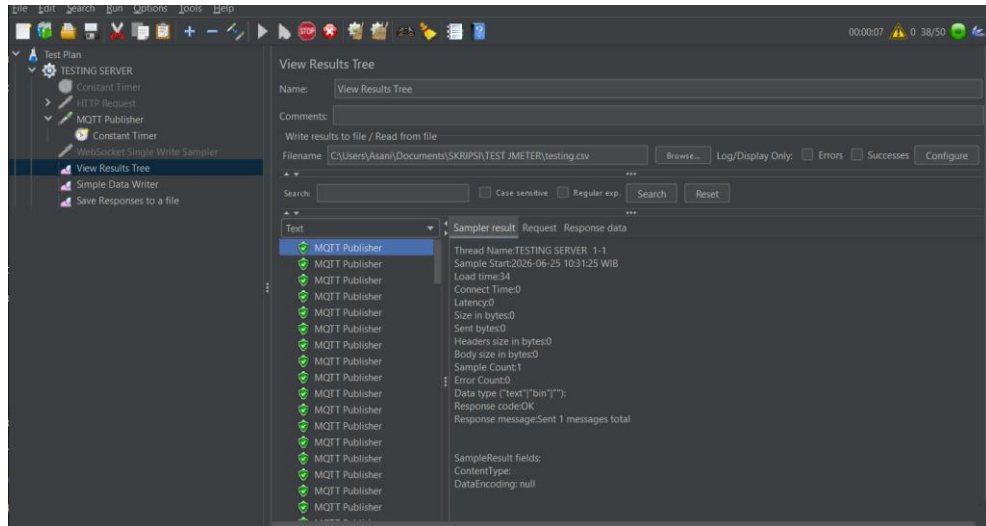




© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

timeStamp	elapsed (ms)	responseCode	CPU_Total_%	Mosquitto_RSS (MB)	NodeJS_RSS (MB)
1782359633498	24	OK	4.80	8.40	101.88
1782359633561	19	OK	4.80	8.40	101.88
1782359633607	20	OK	5.00	8.40	101.88
1782359633653	21	OK	5.00	8.41	103.20
1782359633714	16	OK	23.80	8.43	104.95
1782359633760	42	OK	20.00	8.46	109.23
1782359633805	45	OK	37.50	8.48	113.51
1782359633866	26	OK	50.00	8.50	119.56
1782359633911	28	OK	50.00	8.52	126.34
1782359633972	23	OK	71.40	8.54	137.19
1782359634017	23	OK	40.00	8.56	142.92
1782359634064	32	OK	57.10	8.56	141.93
1782359634110	62	OK	33.30	8.56	141.33
1782359634171	110	OK	66.70	8.56	143.30
1782359634217	64	OK	22.70	8.56	144.10
1782359634277	25	OK	31.80	8.56	143.10
1782359634323	24	OK	4.80	8.56	143.02
1782359634370	42	OK	23.80	8.56	144.23
1782359634432	30	OK	38.10	8.56	146.69
1782359634466	26	OK	28.60	8.56	151.96

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA