



**IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PERBANDINGAN
QUALITY OF SERVICE PROTOKOL KOMUNIKASI IOT
PADA SISTEM KONTROL DAN PEMANTAUAN
*SMART POND***

SKRIPSI

JELITA FIRDAUS SAKINAH

2007421009

PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN
PEMANTAUAN *SMART POND BERBASIS IOT***

**IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PERBANDINGAN
QUALITY OF SERVICE PROTOKOL KOMUNIKASI IOT
PADA SISTEM KONTROL DAN PEMANTAUAN
*SMART POND***

SKRIPSI

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

JELITA FIRDAUS SAKINAH

2007421009

PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER

2024



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 BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Jelita Firdaus Sakinah
NIM : 2007421009
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Implementasi dan Analisis Perbandingan *Quality of Service* Protokol Komunikasi IoT pada Sistem Kontrol dan Pemantauan *Smart Pond*

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, 24 Juli 2024

Yang membuat pernyataan,



Jelita Firdaus Sakinah

NIM. 2007421009



© 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

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama Mahasiswa : Jelita Firdaus Sakinah
NIM : 2007421009
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Implementasi dan Analisis Perbandingan *Quality of Service* Protokol Komunikasi IoT pada Sistem Kontrol dan Pemantauan *Smart Pond*

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari ..Rabu.., Tanggal31....., Bulan ..Juli....., Tahun ..2024.. dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Iik Muhamad Malik Matin, S.Kom., M.T. ()
Penguji I : Dr. Indra Hermawan, S.Kom., M.Kom ()
Penguji II : Ayu Rosyida Zain, S.ST., M.T. ()
Penguji III : Ariawan Andi Suhandana S.Kom., M.T.I ()

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 mengemukakan 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

Sebagai sivitas akademis Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jelita Firdaus Sakinah

NIM : 2007421009

Jurusan/Program : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia dan
Studi Jaringan

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

Implementasi dan Analisis Perbandingan *Quality of Service* Protokol Komunikasi IoT pada Sistem Kontrol dan Pemantauan *Smart Pond*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan 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, Senin, 19 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Jelita Firdaus Sakinah

NIM. 2007421009



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah S.W.T., atas berkat, rahmat, dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir beserta penulisan laporannya dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma IV dan memperoleh gelar Sarjana Terapan pada program studi Teknik Multimedia dan Jaringan di Politeknik Negeri Jakarta. Penelitian ini berhasil dilakukan tentunya tidak luput dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T. yang selalu memberikan berkat dan rahmat-Nya juga selalu mendampingi penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
2. Mama dan Papa yang selalu memberikan doa dan dukungan yang tak terhingga sehingga penulis dapat mencapai titik ini.
3. Bapak Iik Muhamad Malik Matin, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membantu, mendukung, meluangkan waktu dan membimbing penulis selama pengerjaan tugas akhir.
4. Sahabat dan teman-teman terdekat penulis yang selalu memberikan energi positif dikala masa sulit yang penulis alami. Terutama Windows Batubara yang selalu menghibur dan memberikan motivasi yang luar biasa kepada penulis.
5. Diri saya sendiri yang telah berusaha bertahan sehingga dapat melewati segala fase sehingga mampu menyelesaikan penelitian ini dan mencapai titik saat ini.
6. M Alfatah, selaku rekan satu kelompok yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis berharap Allah S.W.T senantiasa membalas segala kebaikan dari semua pihak terkait dalam bentuk yang lebih baik. Semoga laporan penelitian ini dapat membawa banyak manfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu.

Depok, 20 Juli 2024

Penulis



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

Implementasi dan Analisis Perbandingan Quality of Service Protokol Komunikasi IoT pada Sistem Kontrol dan Pemantauan Smart Pond

ABSTRAK

Smart Pond merupakan salah satu sistem yang memanfaatkan teknologi Internet of Things yang mampu meningkatkan efisiensi kontrol dan pemantauan budidaya ikan pada kolam ikan. Pemilihan protokol komunikasi yang tepat sangatlah penting untuk pertukaran data pada sistem IoT. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan Quality of Service protokol komunikasi IoT, yaitu MQTT, HTTP, CoAP, dan WebSocket pada implementasi sistem kontrol dan pemantauan Smart Pond. Pengujian dilakukan dengan mengimplementasikan protokol komunikasi terhadap sistem Smart Pond kemudian dilakukan pertukaran data untuk masing-masing protokol dengan skenario waktu yang berbeda. Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, Protokol HTTP dan MQTT unggul dalam parameter throughput kategori sangat baik. Kemudian, Protokol HTTP unggul dalam parameter delay sebesar 88.362 bps, jitter sebesar 14.108 bps, dan bandwidth sebesar 1203.240 bps. Keempat parameter memiliki presentase packet loss sebesar 0% dan packet delivery sebesar 100%. Berdasarkan pengujian respons time, protokol HTTP memiliki respons time yang lebih singkat yaitu 2 detik. Secara keseluruhan, protokol HTTP lebih unggul untuk sistem Smart Pond yang terhubung dengan Telegram.

Kata Kunci: Bot Telegram, Protokol Komunikasi IoT, QoS, Smart Pond, Wireshark



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

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME i

LEMBAR PENGESAHAN ii

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS iii

KATA PENGANTAR iv

ABSTRAK v

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR x

BAB I PENDAHULUAN 1

 1.1 Latar Belakang 1

 1.2 Perumusan Masalah 2

 1.3 Batasan Masalah 2

 1.4 Tujuan dan Manfaat 3

 1.5 Sistematika Penulisan 4

BAB II TINJUAN PUSTAKA 5

 2.1 Tinjauan Pustaka 5

 2.1.1 Internet of Things 5

 2.1.2 Mikrokontroler ESP32 5

 2.1.3 Protokol Komunikasi IoT 6

 2.1.3.1 Protokol MQTT 6

 2.1.3.2 Protokol HTTP 6

 2.1.3.3 Protokol CoAP 7

 2.1.3.4 Protokol WebSocket 7

 2.1.4 Mosquitto MQTT 7

 2.1.5 Quality of Service (QoS) 8

 2.1.6 Wireshark 11

 2.1.7 Bot Telegram 11

 2.1.8 Arduino IDE 11

 2.2 Penelitian Sejenis 12

BAB III METODE PENELITIAN 13

 3.1 Rancangan Penelitian 13



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

3.2	Tahapan Penelitian	14
3.3	Objek Penelitian	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		16
4.1	Analisis Kebutuhan	16
4.1.1	Analisis Kebutuhan Perangkat Keras	16
4.1.2	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak	16
4.2	Perancangan Sistem	17
4.2.1	Diagram Blok Sistem	17
4.2.2	Diagram Alir Sistem dengan Protokol MQTT	18
4.2.3	Diagram Alir Sistem dengan Protokol HTTP	19
4.2.4	Diagram Alir Sistem dengan Protokol CoAP	20
4.2.5	Diagram Alir Sistem dengan Protokol WebSocket	21
4.3	Implementasi Sistem	22
4.3.1	Implementasi Perangkat Lunak Bot Telegram	22
4.3.2	Implementasi Protokol MQTT	22
4.3.3	Implementasi Protokol HTTP	29
4.3.4	Implementasi Protokol CoAP	33
4.3.5	Implementasi Protokol WebSocket	38
4.3.6	Implementasi Perangkat Keras Smart Pond	42
4.4	Pengujian	43
4.4.1	Prosedur Pengujian	43
4.4.2	Data Hasil Pengujian	44
4.4.3	Analisis Pengujian	61
BAB V PENUTUP		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		72
Lampiran 1 – Hasil Capture Pengujian Protokol MQTT		72
Lampiran 2 – Hasil Capture Pengujian Protokol HTTP		73
Lampiran 3 – Hasil Capture Pengujian Protokol CoAP		74
Lampiran 4 – Hasil Capture Pengujian Protokol WebSocket		75
Lampiran 5 – Pengujian Protokol Komunikasi pada Sistem Smart Pond		76



© 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 :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Throughput.....	8
Tabel 2.2 Kategori Packet Loss	9
Tabel 2.3 Kategori Packet Delivery	9
Tabel 2. 4 Kategori Delay	10
Tabel 2.5 Kategori Jitter.....	10
Tabel 2.6 Penelitian Sejenis terkait Analisis Protokol Komunikasi IoT.....	12
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Fungsionalitas	46
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Throughput Kondisi Normal	47
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Bandwidth Kondisi Normal	48
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Packet Loss Kondisi Normal	49
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Packet Delivery Kondisi Normal	50
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Delay Kondisi Normal	51
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Jitter Kondisi Normal.....	52
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Throughput Kondisi Kritis	53
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Bandwidth Kondisi Kritis	54
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian Packet Loss Kondisi Kritis.....	55
Tabel 4.11 Data Hasil Pengujian Packet Delivery Kondisi Kritis	56
Tabel 4.12 Data Hasil Pengujian Delay Kondisi Kritis	57
Tabel 4.13 Data Hasil Pengujian Jitter Kondisi Kritis	58
Tabel 4.14 Data Pengujian Response Time Protokol MQTT	59
Tabel 4.15 Data Pengujian Response Time Protokol HTTP.....	59
Tabel 4.16 Data Pengujian Response Time Protokol CoAP.....	60
Tabel 4.17 Data Pengujian Response Time Protokol WebSocket	60



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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32	5
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	14
Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem	17
Gambar 4.2 Diagram Alir Publisher Protokol MQTT	18
Gambar 4.3 Diagram Alir Publisher Protokol HTTP	19
Gambar 4.4 Diagram Alir Publisher Protokol CoAP.....	20
Gambar 4.5 Diagram Alir Publisher Protokol WebSocket	21
Gambar 4.6 Implementasi Perangkat Lunak: Bot Telegram.....	22
Gambar 4.7 Konfigurasi Mosquitto (broker MQTT).....	22
Gambar 4.8 Kode ESP32 MQTT: Inisialisasi Jaringan Wifi dan Protokol MQTT ...	23
Gambar 4.9 Kode ESP32 MQTT: Fungsi setup_wifi()	24
Gambar 4.10 Kode ESP32 MQTT: Fungsi callback().....	24
Gambar 4.11 Kode ESP32 MQTT: Fungsi reconnect().....	25
Gambar 4.12 Kode Handler Bot Telegram MQTT: Inisialisasi broker MQTT dan Bot Telegram	26
Gambar 4.13 Kode Handler Bot Telegram MQTT: Fungsi on_connect() dan on_message().....	27
Gambar 4.14 Kode Handler Bot Telegram MQTT: Fungsi start_flask(), get_last_message(), dan send_message_to_telegram().....	28
Gambar 4.15 Kode Handler Bot Telegram MQTT: Fungsi start() dan handle_command().....	29
Gambar 4.16 Kode ESP32 HTTP: Inisialisasi Jaringan Wifi dan WebServer	29
Gambar 4.17 Kode ESP32 HTTP: Fungsi setup()	30
Gambar 4.18 Kode ESP32 HTTP: Pengelolaan Endpoint	31
Gambar 4.19 Kode ESP32 HTTP: Fungsi loop()	31
Gambar 4.20 Set Webhook Telegram.....	32
Gambar 4.21 Kode Handler Bot Telegram HTTP: Inisialisasi dan Fungsi send_telegram_message()	32
Gambar 4.22 Kode Handler Bot Telegram HTTP: Fungsi telegram_webhook().....	33
Gambar 4.23 Kode ESP32 CoAP: Inisialisasi Jaringan WiFi dan CoAP	33
Gambar 4.24 Kode ESP32 CoAP: Fungsi onCoapMessage()	34



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

Gambar 4.25 Kode ESP32 CoAP: Fungsi setup() dan loop().....	35
Gambar 4.26 Kode Handler Bot Telegram CoAP: Inisialisasi Sever CoAP	35
Gambar 4.27 Kode Handler Bot Telegram CoAP: Fungsi send_coap_message()	36
Gambar 4.28 Kode Handler Bot Telegram: Fungsi untuk mengelola command.....	36
Gambar 4.29 Kode Handler Bot Telegram: Fungsi main().....	37
Gambar 4.30 Kode ESP32 WebSocket: Inisialisasi Jaringan WiFi dan WebSocket.	38
Gambar 4.31 Kode ESP32 WebSocket: Fungsi setup().....	38
Gambar 4.32 Kode ESP32 WebSocket: Fungsi websocketEvent()	39
Gambar 4.33 Kode ESP32 WebSocket: Fungsi handleCommand() dan loop()	40
Gambar 4.34 Kode Handler Bot Telegram WebSocket: Inisialisasi Bot Telegram dan WebSocket	40
Gambar 4.35 Kode Handler Bot Telegram WebSocket: Fungsi control_device(), get_updates(), dan send_message().....	41
Gambar 4.36 Kode Handler Bot Telegram WebSocket: Fungsi main()	42
Gambar 4.37 Instalasi Perangkat Keras Smart Pond	43
Gambar 4.38 Hasil Tangkap Layar Koneksi Node Sensor dengan Broker/Server	45
Gambar 4. 39 Hasil Tangkap Layar Koneksi Telegram dengan Perangkat IoT	45
Gambar 4.40 Grafik Perbandingan Throughput.....	61
Gambar 4.41 Grafik Perbandingan Bandwidth.....	62
Gambar 4.42 Grafik Perbandingan Packet Loss	63
Gambar 4.43 Grafik Perbandingan Packet Delivery	63
Gambar 4.44 Grafik Perbandingan Delay	64
Gambar 4.45 Grafik Perbandingan Jitter	65
Gambar 4.46 Grafik Perbandingan Response time	65

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya ikan merupakan salah satu sektor pangan yang mengalami pertumbuhan yang sangat signifikan. Data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, tahun 2022, menunjukkan bahwa produksi perikanan budidaya 3,99 juta ton. Di antara komoditas ikan yang menjadi andalan dalam budidaya perikanan, ikan nila menonjol dengan produksi tertinggi mencapai 358 ribu ton. Dalam praktiknya, pemeliharaan dengan metode konvensional pada budidaya ikan nila, sering kali menuntut banyak tenaga kerja dan cenderung kurang efisien. Faktor lingkungan, seperti kualitas air, menjadi aspek penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila (Francisssa & Muhsoni, 2021). Kondisi ini mendorong perlunya sebuah sistem yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas kontrol serta pemantauan budidaya ikan pada kolam ikan, guna mengoptimalkan produksi dan menjaga keberlanjutan sektor perikanan.

Smart Pond merupakan salah satu sistem yang memanfaatkan teknologi Internet of Things yang mampu meningkatkan efisiensi kontrol dan pemantauan budidaya ikan pada kolam ikan. Smart Pond memungkinkan para pelaku budidaya ikan untuk melakukan kontrol pemberian pakan otomatis dan pemantauan kondisi kolam ikan secara lebih efisien serta memberikan kemudahan akses dan pemantauan dari jarak jauh melalui *smartphone*.

Pemilihan protokol komunikasi yang tepat sangatlah penting untuk pertukaran data pada sistem IoT. Protokol komunikasi secara signifikan berdampak pada kinerja, efisiensi, dan keandalan sistem IoT (Waris et al., 2022). Terdapat beberapa penelitian yang dilakukan untuk membantu pemilihan protokol seperti penelitian yang dilakukan oleh Al-Masri et al., (2020). Dalam penelitiannya, dilakukan sebuah tinjauan evaluasi terhadap protokol HTTP, MQTT, CoAP, AMQP, XMPP, dan DDS berdasarkan karakteristiknya. Pada penelitian tersebut juga disajikan tantangan, kekuatan, dan kelemahan dari protokol pengiriman pesan ini dalam konteks IoT. Namun, belum terdapat penelitian yang secara khusus mengevaluasi perbandingan kinerja protokol komunikasi IoT tersebut pada sistem IoT yang terhubung dengan Telegram. Pada

penelitiannya, Al-Masri et al., menyarankan sebuah uji coba perbandingan kinerja protokol yang dijalankan pada sistem IoT dengan tambahan investigasi pada protokol WebSocket. Oleh karena itu, diusulkan sebuah penelitian untuk melakukan implementasi dan analisis perbandingan *quality of service* protokol komunikasi IoT pada sistem Smart Pond.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa protokol komunikasi IoT, yaitu MQTT, HTTP, CoAP, dan WebSocket pada implementasi sistem kontrol dan pemantauan Smart Pond yang terhubung dengan Telegram. Pemilihan penggunaan keempat protokol tersebut didasarkan pada perkembangan dan popularitas penggunaannya berdasarkan survey pada tahun 2019, dimana protokol HTTP, MQTT, WebSocket, dan CoAP merupakan empat protokol komunikasi IoT yang banyak digunakan (Bayılmış et al., 2022). Selain itu, pemilihan keempat protokol tersebut juga didasarkan pada kompatibilitas sistem Smart Pond yang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan Bot Telegram sebagai *platform* pertukaran data. Pada penelitian ini, kinerja antara keempat protokol tersebut akan dievaluasi untuk menentukan protokol yang paling sesuai dengan kebutuhan sistem. Kesimpulan dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pemilihan protokol komunikasi yang tepat dalam implementasi sistem Smart Pond dan sistem yang serupa.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, berikut ini adalah rumusan masalah yang menjadi dasar dalam penelitian ini:

- a. Bagaimana perancangan dan implementasi protokol komunikasi IoT pada sistem Smart Pond yang terhubung dengan Telegram?
- b. Bagaimana cara mendapatkan perbandingan Quality of Service dari protokol komunikasi MQTT, HTTP, CoAP dan WebSocket dalam sistem Smart Pond yang terhubung dengan Telegram?
- c. Bagaimana hasil analisis perbandingan protokol komunikasi yang telah diuji?

1.3 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah yang akan menjadi panduan agar ruang lingkup penelitian ini, yaitu:

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



- a. Protokol komunikasi yang diuji dan dianalisis meliputi protokol MQTT, HTTP, CoAP, dan WebSocket.
- b. Objek dari penelitian ini adalah sistem kontrol dan monitoring Smart Pond berbasis ESP32 untuk pembudidayaan ikan nila.
- c. Telegram digunakan sebagai media komunikasi yang digunakan untuk kontrol dan pemantauan dari sistem Smart Pond.
- d. Pengujian protokol komunikasi IoT dilakukan dengan mengoperasikan keseluruhan sistem untuk masing-masing protokol. Pengujian dilakukan dengan skenario waktu yang dibagi menjadi tiga sesi yaitu pagi, siang, dan malam, dengan durasi pengujian tiap protokol yaitu lima menit.
- e. Parameter Quality of Service (QoS) yang digunakan, yaitu, *throughput*, *bandwidth*, *packet loss*, *packet delivery*, *delay*, dan *jitter* yang mengacu pada standar TIPHON.
- f. Wireshark digunakan untuk memperoleh data pengujian.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dan manfaat dari dilakukannya Implementasi dan Analisis Perbandingan *Quality of Service* Protokol Komunikasi IoT pada Sistem Kontrol *Smart Pond* adalah sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

- a. Merancang dan mengimplementasikan sistem komunikasi untuk sistem Smart Pond yang terhubung dengan Telegram.
- b. Menguji QoS protokol komunikasi MQTT, HTTP, CoAP dan WebSocket dalam sistem Smart Pond yang terhubung dengan Telegram.
- c. Mengetahui hasil analisis perbandingan protokol komunikasi MQTT, HTTP, CoAP, dan WebSocket untuk menentukan protokol komunikasi yang tepat untuk digunakan dalam sistem Smart Pond yang terhubung dengan Telegram.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dalam keberhasilan penelitian ini diantaranya, yaitu:

- a. Membantu pemilihan protokol komunikasi yang tepat dalam implementasi sistem Smart Pond dan sistem yang serupa.
- b. Mengoptimalkan kinerja dan efektivitas sistem Smart Pond dalam mengirim dan menerima data secara *real-time* dengan menggunakan protokol yang sesuai.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah kerangka dalam penulisan skripsi. Berikut ini adalah sistematika penulisan dalam penyusunan penelitian ini:

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan penjelasan mengenai latar belakang dilakukannya implementasi dan analisis perbandingan protokol komunikasi IoT pada sistem Smart Pond, batasan masalah penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan uraian pembahasan mengenai landasan teori atau kajian ilmu yang mendukung penelitian, serta referensi yang valid dan relevan dengan topik penelitian.

c. BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI ATAU RANCANG BANGUN

Bab ini berisi penjelasan rancangan penelitian implementasi dan analisis perbandingan protokol komunikasi IoT pada sistem Smart Pond yang akan dilakukan, meliputi, tahapan penelitian, objek penelitian, teknik pengumpulan data dan jadwal pelaksanaan penelitian.

d. BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pembahasan mengenai proses serta hasil kegiatan penelitian yang dilakukan. Pembahasan meliputi prosedur pengujian, pengujian protokol MQTT, HTTP, CoAP, dan WebSocket dan evaluasi analisis data perbandingan kinerja masing-masing protokol komunikasi.

e. BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan atau hasil akhir dari penelitian yang telah dilakukan, serta saran untuk penelitian berikutnya.

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 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rancangan penelitian, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan pada protokol komunikasi untuk sistem Smart Pond, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan dan implementasi protokol komunikasi IoT (MQTT, HTTP, CoAP, dan WebSocket) pada sistem Smart Pond yang terhubung dengan Telegram dirancang dengan mengkonfigurasi protokol yang digunakan pada jaringan antara sistem Smart Pond dengan Telegram. Konfigurasi meliputi pengkodean program ESP32 dan pengkodean Bot Handler Telegram
2. Perbandingan Quality of Service dari masing-masing protokol dapat dilakukan dengan melakukan pengujian dengan mengkonfigurasi protokol komunikasi yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan melakukan pertukaran data antara node sensor dengan Bot Telegram dengan skenario dua kondisi kolam yang berbeda pada dua hari yang berbeda untuk mendapatkan rata-rata nilai parameter QoS yang akurat.
3. Hasil analisis perbandingan protokol komunikasi IoT menunjukkan bahwa:
 - a) Protokol HTTP dan MQTT unggul dalam parameter *throughput* kategori sangat baik atau nilai indeks 4 dimana rata-rata *throughput*-nya >100 bps. Protokol HTTP memiliki nilai rata-rata *throughput* sebesar 1084.955 bps, dan protokol MQTT memiliki rata-rata nilai *throughput* sebesar 107.061 bps.
 - b) Protokol HTTP unggul dalam parameter *delay* sebesar 88.362 bps dan *jitter* sebesar 14.108 bps dengan kategori sangat baik. Protokol HTTP juga memiliki *bandwidth* tertinggi yaitu sebesar 1203.240 bps.
 - c) Keempat parameter memiliki presentase packet loss sebesar 0% dan packet delivery sebesar 100% yang berarti pertukaran paket yang dilakukan, dikirimkan dan diterima dengan sangat baik.
 - d) Protokol HTTP memiliki *response time* tercepat dibandingkan protokol lainnya, yaitu sebesar 2 detik.

- e) Secara keseluruhan, protokol HTTP unggul dalam berbagai aspek parameter QoS untuk sistem Smart Pond yang terhubung dengan Telegram.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian berikutnya:

1. Melakukan skenario pengujian kondisi kritis dengan fitur Telegram notifikasi.
2. Melakukan implementasi dan pengujian protokol komunikasi IoT yang terhubung dengan platform pertukaran data lain seperti web, atau aplikasi tersendiri.
3. Melakukan pengujian protokol komunikasi IoT dengan menggunakan virtual sever/cloud server untuk masing-masing protokol.
4. Melakukan implementasi dan analisis protokol komunikasi IoT dari segi keamanan/*security*.



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

DAFTAR PUSTAKA

- Ady Kusuma, I. G. N. (2021). Perancangan Simple Stateless Autentikasi dan Layanan REST-API Berbasis Protokol HTTP. *MISI (Jurnal Manajemen Informatika & Sistem Informasi)*, 4(1), 78–87.
- Al-Masri, E., Kalyanam, K. R., Batts, J., Kim, J., Singh, S., Vo, T., & Yan, C. (2020). Investigating Messaging Protocols for the Internet of Things (IoT). *IEEE Access*, 8, 94880–94911. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2993363>
- Amrullah, A., Al Rasyid, M. U. H., & Winarno, I. (2022). Implementasi dan Analisis Protokol Komunikasi IoT untuk Crowdsensing pada Bidang Kesehatan. *Jurnal Inovtek Polbeng - Seri Informatika*, 7(1), 122–135.
- Athallah, Y., & Agung, R. (2022). Rancang Bangun Prototype Monitoring Lampu Jalan Secara Otomatis Menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan API Bot Telegram. *Jurnal Teknik Informatika STMIK Antar Bangsa*, 8(1), 12–19. <http://awesomerockguy.blogspot.com/2015/10/tutorial->
- Bayılmış, C., Ebleme, M. A., Çavuşoğlu, Ü., Küçük, K., & Sevin, A. (2022). A Survey on Communication Protocols and Performance Evaluations for Internet of Things. *Digital Communications and Networks*, 8(6), 1094–1104. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.03.013>
- Bhaskoro, S. B., Supriyanto, H., Aji, B. B., & Pamungkas, B. (2022). Perbandingan Performansi Latency Protokol Komunikasi HTTP dan MQTT pada Internet of Things. *Jurnal Teknologi Terapan* |, 8(2). <https://github.com/moscajs/mosca>
- Burhani, M. U., Novianto, D., & Yuliantari, R. V. (2023). Analisis Komunikasi Nirkabel Menggunakan IoT Network Protocols pada Stasiun Cuaca Mini. *JTE UNIBA*, 7(2), 325–328.
- Diono, M., Dwika Putri, A., Azwar, H., & Wahyuni Khabzli, dan. (2021). Sistem Monitoring Jaringan Sensor Node Berbasis Protokol MQTT. *Jurnal ELEMENTER*, 7(2), 120–126. <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>
- Dwi Prakoso, A., Titan Syifa, F., & Kurnianto, D. (2020). Analisis Perbandingan Kualitas Layanan Sistem Antara Protokol HTTP dan MQTT Pada Monitoring Kelembaban Tanah. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 7(2).
- Francisca, N. E., & Muhsoni, F. F. (2021). Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila pada Sanitas yang Berbeda. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(3), 166–175. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i3.11271>
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. (2022). *Rilis Data KP Triwulan I Tahun 2022*. <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/SOSEK/buku/Rilis%20Data%20KP%20Triwulan%20I%20Tahun%202022%20d2.pdf>
- Kommadi, B. (2020, February 5). *Mosquito: MQTT*. Medium.

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

- Kusuma, F. C., Karna, N. B. A., & Irawan, A. I. (2023). Analisis Perbandingan QoS Protokol HTTP dan MQTT pada Sistem Monitoring Berat Ayam Boiler Bebas IoT. *Repository*, 1–7.
- Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2021). A Review and State of Art of Internet of Things (IoT). *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(3), 1395–1413. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09622-6>
- Michon, R., Overholt, D., Letz, S., Orlarey, Y., Foher, D., & Dumitrascu, C. (2020). A Faust Architecture for the ESP32 Microcontroller. *Sound and Music Computing Conference (SMC-20)*. <https://www.raspberrypi.org/>
- Nurfiqin, L., Sari, Z., & Sumadi, F. D. S. (2021). Analisis Quality of Service (QoS) Protokol MQTT dan HTTP Pada Sistem Smart Metering Arus Listrik. *REPOSITOR*, 3(1), 121–130.
- Park, C. S., & Nam, H. M. (2020). Security Architecture and Protocols for Secure MQTT-SN. *IEEE Access*, 8, 226422–226436. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3045441>
- Putra, F. P. E., Muslim, F., Hasanah, N., Holipah, Paradina, R., & Alim, R. (2023). Analisis Komparasi Protokol Websocket dan MQTT Dalam Proses Push Notification. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 5(4), 63–72. <https://doi.org/10.60083/jsisfotek.v5i4.325>
- Ramadhan, S., Setia Budi, A., & Hanafi Ichsan, M. H. (2022). Rancang Bangun Sistem Auto-Config Sensor Baru pada Perangkat IoT secara Over-The-Air menggunakan Protokol HTTP berbasis Raspberry-Pi. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(1), 216–224. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Ramadhani, A. K., Laksono, R. A., & Apriyanto, H. (2022). Quality Of Service (QoS) Analysis on The Internet Network (Case Study: Purwodadi Botanical Garden-BRIN). *SMARTICS Journal*, 8(1), 8–13. <https://doi.org/10.21067/smartics.v8i1.6503>
- Ratna Patria. (2023, May 29). *Pengertian Bandwidth, Fungsi, dan Contoh*. Domainsia.
- Sahmi, I., Abdellaoui, A., Mazri, T., & Hmina, N. (2021). MQTT-PRESENT: Approach to secure internet of things applications using MQTT protocol. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(5), 4577–4586. <https://doi.org/10.11591/ijece.v11i5.pp4577-4586>
- Subash, K., Janet Ramya, D., & Arockiam Associate Professor, L. (2019). Quality of Service in the Internet of Things (IoT)-A Survey. *Research Teaching Learning Letters (ReTeLL)*, 21.
- Sudaryanto, E., Suryanto, A., & Pramono, S. A. (2022). Penerapan Sistem Pemantauan Kelembapan Dan Suhu Laboratorium Dengan Metode Constrained

Application Protocol (CoAP). *TEODOLITA: Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik*, 23(1), 56–61.

Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal IMAGINE*, 2(1), 35–40. <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>

Ubaedila, I., Nurdiawan, O., Wijaya, Y. A., & Sidik, J. (2021). Layanan Jaringan Menggunakan Metode Sniffing Berbasis Wireshark. *INFORMATICS FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS*, 6(1), 95–104.

Waris, Z., Jaleel, A., Shoaib, M., Nigar, N., & Abalo, D. (2022). A Suite of Design Quality Metrics for Internet of Things by Modelling Its Ecosystem as a Schema Graph. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3278371>



© 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





LAMPIRAN

Lampiran 1 – Hasil Capture Pengujian Protokol MQTT

Hak Cipta :

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

The figure displays three screenshots of Wireshark capturing MQTT traffic. Each screenshot shows a packet list, protocol hierarchy, and capture file properties.

MQTT Pagi.pcapng: Shows a list of 1630 packets. The protocol hierarchy includes Ethernet, Internet Protocol Version 4, Transmission Control Protocol, and MQ Telemetry Transport Protocol. The capture file properties show 1630 packets captured and 76 (4.7%) displayed.

MQTT.pcapng: Shows a list of 2143 packets. The protocol hierarchy is similar to the first screenshot. The capture file properties show 2143 packets captured and 108 (5.0%) displayed.

MQTT Malam.pcapng: Shows a list of 3774 packets. The protocol hierarchy is similar to the previous screenshots. The capture file properties show 3774 packets captured and 85 (2.3%) displayed.



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 – Hasil Capture Pengujian Protokol HTTP

The figure displays three screenshots of Wireshark capturing HTTP traffic. Each screenshot includes a packet list, a protocol hierarchy statistics window, and a capture file properties window.

1. HTTP Pagi.pcapng

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s	PDU/s
Frame	100.0	382	100.0	50020	1411	0	0	0	382
Ethernet	100.0	382	10.7	5348	150	0	0	0	382
Internet Protocol Version 4	100.0	382	15.3	7640	215	0	0	0	382
Transmission Control Protocol	100.0	382	74.0	37032	1045	0	0	0	382
Hypertext Transfer Protocol	100.0	382	90.5	45245	1276	191	28324	799	382
Line-based text data	50.0	191	2.1	1068	30	191	1068	30	191

2. HTTP Malam.pcapng

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s	PDU/s
Frame	100.0	380	100.0	49578	1336	0	0	0	380
Ethernet	100.0	380	10.7	5320	143	0	0	0	380
Internet Protocol Version 4	100.0	380	15.3	7600	204	0	0	0	380
Transmission Control Protocol	100.0	380	75.8	36658	988	0	0	0	380
Hypertext Transfer Protocol	100.0	380	90.4	44828	1208	190	28046	756	380
Line-based text data	50.0	190	2.0	1012	27	190	1012	27	190

3. HTTP Malam.pcapng

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s	PDU/s
Frame	100.0	228	100.0	29723	796	0	0	0	228
Ethernet	100.0	228	10.7	3192	85	0	0	0	228
Internet Protocol Version 4	100.0	228	15.3	4560	122	0	0	0	228
Transmission Control Protocol	100.0	228	73.9	21971	588	0	0	0	228
Hypertext Transfer Protocol	100.0	228	90.4	28873	719	114	16811	450	228
Line-based text data	50.0	114	2.0	600	16	114	600	16	114



Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 – Hasil Capture Pengujian Protokol CoAP

- 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

The figure displays three screenshots of Wireshark capturing CoAP traffic. Each screenshot includes a packet list, a protocol hierarchy, and a capture file properties window.

Top Screenshot: COAP Pagi.pcapng

- Packet List:** Shows 20 packets. The first packet (No. 106) is a CoAP message from 192.168.0.11 to 192.168.0.16. The protocol is CoAP, and the length is 60 bytes.
- Protocol Hierarchy:** Shows the structure of the captured data: Frame (100.0%), Ethernet (100.0%), Internet Protocol Version 4 (100.0%), User Datagram Protocol (100.0%), and Constrained Application Protocol (100.0%).
- Capture File Properties:** Shows details for COAP Pagi.pcapng, including time (2024-07-24 08:15:27), hardware (AMD A8-7410 APU), and application (Dumpcap).

Middle Screenshot: COAP.pcapng

- Packet List:** Shows 20 packets. The first packet (No. 28) is a CoAP message from 192.168.0.11 to 192.168.0.16. The protocol is CoAP, and the length is 60 bytes.
- Protocol Hierarchy:** Shows the structure of the captured data: Frame (100.0%), Ethernet (100.0%), Internet Protocol Version 4 (100.0%), User Datagram Protocol (100.0%), and Constrained Application Protocol (100.0%).
- Capture File Properties:** Shows details for COAP.pcapng, including time (2024-07-24 13:56:00), hardware (AMD A8-7410 APU), and application (Dumpcap).

Bottom Screenshot: COAP Malam.pcapng

- Packet List:** Shows 20 packets. The first packet (No. 3) is a CoAP message from 192.168.0.11 to 192.168.0.16. The protocol is CoAP, and the length is 60 bytes.
- Protocol Hierarchy:** Shows the structure of the captured data: Frame (100.0%), Ethernet (100.0%), Internet Protocol Version 4 (100.0%), User Datagram Protocol (100.0%), and Constrained Application Protocol (100.0%).
- Capture File Properties:** Shows details for COAP Malam.pcapng, including time (2024-07-23 20:01:01), hardware (AMD A8-7410 APU), and application (Dumpcap).

Lampiran 4 – Hasil Capture Pengujian Protokol WebSocket

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

The figure displays three sequential screenshots of Wireshark capturing WebSocket traffic. Each screenshot includes a packet list, protocol hierarchy statistics, and capture file properties.

Screenshot 1: WEBSOCKET payload text

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
7872	17.235286	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
7875	17.790591	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
7962	20.911793	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
7974	21.423495	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
8033	22.843831	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
8039	23.354069	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
8098	24.790624	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
8104	25.302040	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
8171	26.837394	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
8176	27.340819	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
8241	28.785134	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
8247	29.303287	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
8345	32.368278	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
8351	32.878513	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
8400	34.284578	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
8415	34.804287	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
8478	36.258658	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
8484	36.774464	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
8542	38.204184	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
8548	38.722623	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]

Protocol Hierarchy Statistics - WEBSOCKET payload text

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s	PDUs
Time	100.0	323	100.0	2603	696	0	0	0	323
Ethernet	100.0	323	17.4	4522	120	0	0	0	323
Internet Protocol Version 4	100.0	323	24.8	6460	172	0	0	0	323
Transmission Control Protocol	100.0	323	37.9	15081	403	0	0	0	323
WebSocket	100.0	323	5.0	1294	34	0	0	0	323
Line-based text data	100.0	323	28.1	7327	195	323	7327	195	323

Wireshark - Capture File Properties - WEBSOCKET payload text

File Name: C:\Users\Lenovo\Documents\Wireshark Capture\Pengujian Skenario 5 menit pagi siang malam\pagi\WEBSOCKET payload text.pcapng
 Length: 13 MB
 Hash (SHA256): eb47036dc2542741d530e8139d7c5811048c66fb45915f0d4c4f52466b767
 Hash (SHA1): 712e7767b1e61803e98c4c6547536dd6524d467e
 Format: Wireshark/... - pcapng
 Encapsulation: Ethernet
 Time: First packet: 2024-07-24 08:24:48, Last packet: 2024-07-24 08:30:04, Elapsed: 00:05:16
 Capture: Hardware: AMD A8-7410 APU with AMD Radeon R5 Graphics (with SSE4.2), OS: 64-bit Windows 10 (22H2), build 19045, Application: Dumpcap (Wireshark) 4.2.5 (v4.2.5-0-g4aa814ac25a1)
 Interfaces: Wi-Fi 0 (0.0%)
 Statistics: Capture file comments

Screenshot 2: WEBSOCKET payload text

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
46	1.398481	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
49	1.407589	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
130	4.461266	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
139	4.466317	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
201	6.096034	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
204	6.027326	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
275	7.628355	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
270	7.637678	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
340	9.246635	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
342	9.269366	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
405	10.836585	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
408	10.852156	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
505	13.88922	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
508	13.888345	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
571	15.417451	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
574	15.426430	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
652	16.859746	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
656	16.856638	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
718	18.398055	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]

Protocol Hierarchy Statistics - WEBSOCKET payload text

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s	PDUs
Frame	100.0	342	100.0	27650	729	0	0	0	342
Ethernet	100.0	342	17.2	4788	126	0	0	0	342
Internet Protocol Version 4	100.0	342	24.7	6840	180	0	0	0	342
Transmission Control Protocol	100.0	342	37.9	16022	422	0	0	0	342
WebSocket	100.0	342	4.9	1368	36	0	0	0	342
Line-based text data	100.0	342	28.3	7814	206	342	7814	206	342

Wireshark - Capture File Properties - WEBSOCKET payload text

Time: First packet: 2024-07-24 14:08:03, Last packet: 2024-07-24 14:13:08, Elapsed: 00:05:04
 Capture: Hardware: AMD A8-7410 APU with AMD Radeon R5 Graphics (with SSE4.2), OS: 64-bit Windows 10 (22H2), build 19045, Application: Dumpcap (Wireshark) 4.2.5 (v4.2.5-0-g4aa814ac25a1)
 Interfaces: Wi-Fi 0 (0.0%)
 Statistics: Measurement: Packets 12466, Captured 342 (2.7%), Displayed 342 (2.7%), Marked ---, Time span s 304.721, 303.315, Average pps 40.9, 1.1, Average packet size, 305, 81, Bytes 3805783, 27650 (0.7%), 0, Average bytes/s, 12 k, 91, Average bits/s, 99 k, 729
 Capture file comments

Screenshot 3: WEBSOCKET payload text

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
44	2.138541	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
47	2.144227	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
139	5.838407	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	70	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
144	5.855862	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	99	WebSocket.Text [FIN]
307	8.987485	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	63	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
311	8.996177	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	88	WebSocket.Text [FIN]
418	12.149159	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	63	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
421	12.154639	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	105	WebSocket.Text [FIN]
630	15.218798	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
653	15.731286	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
960	18.811612	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
1001	19.333329	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
1288	22.498312	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
1307	23.802919	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
1450	26.219694	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
1464	26.738994	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
1563	30.373959	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
1572	30.915636	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]
1670	34.308558	192.168.0.11	192.168.0.16	WebSocket	65	WebSocket.Text [FIN] [MASKED]
1675	34.881997	192.168.0.16	192.168.0.11	WebSocket	91	WebSocket.Text [FIN]

Protocol Hierarchy Statistics - WEBSOCKET payload text

Protocol	Percent Packets	Packets	Percent Bytes	Bytes	Bits/s	End Packets	End Bytes	End Bits/s	PDUs
Frame	100.0	172	100.0	13836	371	0	0	0	172
Ethernet	100.0	172	17.4	2408	64	0	0	0	172
Internet Protocol Version 4	100.0	172	24.9	3440	92	0	0	0	172
Transmission Control Protocol	100.0	172	37.0	7868	214	0	0	0	172
WebSocket	100.0	172	5.0	688	18	0	0	0	172
Line-based text data	100.0	172	27.9	3860	103	172	3860	103	172

Wireshark - Capture File Properties - WEBSOCKET payload text

Time: First packet: 2024-07-23 19:52:01, Last packet: 2024-07-23 19:57:04, Elapsed: 00:05:02
 Capture: Hardware: AMD A8-7410 APU with AMD Radeon R5 Graphics (with SSE4.2), OS: 64-bit Windows 10 (22H2), build 19045, Application: Dumpcap (Wireshark) 4.2.5 (v4.2.5-0-g4aa814ac25a1)
 Interfaces: Wi-Fi 0 (0.0%)
 Statistics: Measurement: Packets 12574, Captured 172 (1.4%), Displayed 172 (1.4%), Marked ---, Time span s 302.998, 298.285, Average pps 41.5, 0.6, Average packet size, 327, 80, Bytes 4117192, 13836 (0.3%), 0, Average bytes/s, 13 k, 46, Average bits/s, 108 k, 371
 Capture file comments

Lampiran 5 – Pengujian Protokol Komunikasi pada Sistem Smart Pond



NEGERI
JAKARTA

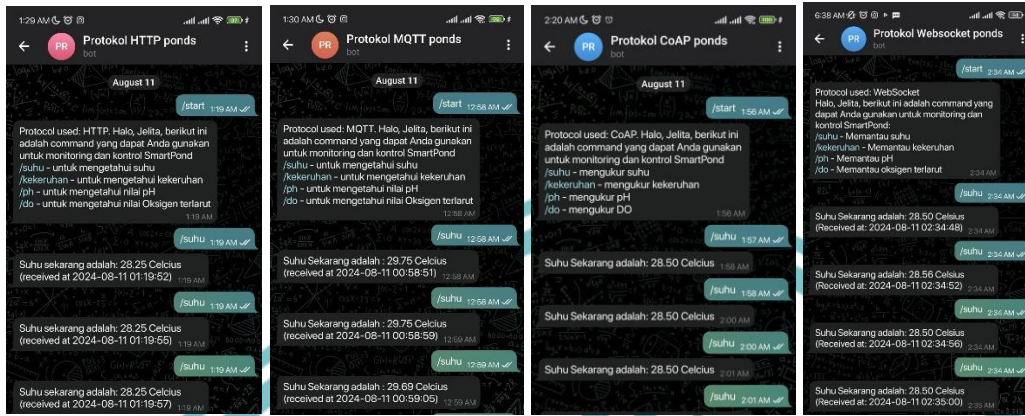
© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

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 6 – Data Pengujian Response Time pada Tiap Protokol



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	HTTP	suhu				kekeruhan					pH				DO	
2		1:19:52	1:19:55	0:00:03		1:20:16	1:20:18	0:00:02		1:20:37	1:20:40	0:00:03		1:20:57	1:20:59	0:00:02
3		1:19:55	1:19:57	0:00:02		1:20:18	1:20:20	0:00:02		1:20:40	1:20:42	0:00:02		1:20:59	1:21:01	0:00:02
4		1:19:57	1:20:00	0:00:03		1:20:20	1:20:22	0:00:02		1:20:42	1:20:44	0:00:02		1:21:01	1:21:03	0:00:02
5		1:20:00	1:20:02	0:00:02		1:20:22	1:20:25	0:00:03		1:20:44	1:20:46	0:00:02		1:21:03	1:21:05	0:00:02
6		1:20:02	1:20:04	0:00:02		1:20:25	1:20:27	0:00:02		1:20:46	1:20:48	0:00:02		1:21:05	1:21:07	0:00:02
7		1:20:04	1:20:07	0:00:03		1:20:27	1:20:29	0:00:02		1:20:48	1:20:50	0:00:02		1:21:07	1:21:09	0:00:02
8		1:20:07	1:20:09	0:00:02		1:20:29	1:20:31	0:00:02		1:20:50	1:20:51	0:00:01		1:21:09	1:21:10	0:00:01
9		1:20:09	1:20:12	0:00:03		1:20:31	1:20:33	0:00:02		1:20:51	1:20:53	0:00:02		1:21:10	1:21:12	0:00:02
10		1:20:12	1:20:14	0:00:02		1:20:33	1:20:35	0:00:02		1:20:53	1:20:55	0:00:02		1:21:12	1:21:14	0:00:02
11		1:20:14				1:20:35				1:20:55				1:21:14		
12	avg			0:00:02				0:00:02				0:00:02				0:00:02
13																
14																
15																
16	MQTT	suhu				kekeruhan					pH			DO		
17		0:58:51	0:58:59	0:00:08		0:59:59	1:00:07	0:00:08		1:01:09	1:01:16	0:00:07		1:02:21	1:02:28	0:00:07
18		0:58:59	0:59:05	0:00:06		1:00:07	1:00:14	0:00:07		1:01:16	1:01:23	0:00:07		1:02:28	1:02:35	0:00:07
19		0:59:05	0:59:12	0:00:07		1:00:14	1:00:21	0:00:07		1:01:23	1:01:30	0:00:07		1:02:35	1:02:43	0:00:08
20		0:59:12	0:59:19	0:00:07		1:00:21	1:00:28	0:00:07		1:01:30	1:01:37	0:00:07		1:02:43	1:02:49	0:00:06
21		0:59:19	0:59:26	0:00:07		1:00:28	1:00:35	0:00:07		1:01:37	1:01:43	0:00:06		1:02:49	1:02	0:00:07
22		0:59:26	0:59:32	0:00:06		1:00:35	1:00:42	0:00:07		1:01:43	1:01:51	0:00:08		1:02	1:03:02	0:00:06
23		0:59:32	0:59:39	0:00:07		1:00:42	1:00:49	0:00:07		1:01:51	1:01:58	0:00:07		1:03:02	1:03:10	0:00:08
24		0:59:39	0:59:46	0:00:07		1:00:49	1:00:55	0:00:06		1:01:58	1:02:05	0:00:07		1:03:10	1:03:16	0:00:06
25		0:59:46	0:59:52	0:00:06		1:00:55	1:01:02	0:00:07		1:02:05	1:02:13	0:00:08		1:03:16	1:03:23	0:00:07
26		0:59:52				1:01:02				1:02:13				1:03:23		
27	avg			0:00:07				0:00:07				0:00:07				0:00:07

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
29																
30	CoAP															
31		1:57:07	1:57:10	0:00:03		2:00:03	2:00:05	0:00:02		2:02:51	2:02:54	0:00:03		05:58.3	06:00.6	0:00:02
32		1:57:10	1:57:15	0:00:05		2:00:05	2:00:10	0:00:05		2:02:54	2:03:00	0:00:06		06:00.6	06:05.1	0:00:05
33		1:57:15	1:57:25	0:00:10		2:00:10	2:00:19	0:00:09		2:03:00	2:03:12	0:00:12		06:05.1	06:14.1	0:00:09
34		1:57:25	1:57:46	0:00:21		2:00:19	2:00:38	0:00:19		2:03:12	2:03:36	0:00:24		06:14.1	06:32.2	0:00:18
35		1:57:46	1:58:29	0:00:43		2:00:38	2:01:20	0:00:42		2:03:36	2:04:26	0:00:50		06:32.2	07:11.3	0:00:39
36		1:58:29	1:58:32	0:00:03		2:01:20	2:01:23	0:00:03		2:04:26	2:04:28	0:00:03		07:11.3	07:13.8	0:00:03
37		1:58:32	1:58:38	0:00:06		2:01:23	2:01:29	0:00:06		2:04:28	2:04:34	0:00:06		07:13.8	07:18.9	0:00:05
38		1:58:38	1:58:50	0:00:12		2:01:29	2:01:40	0:00:12		2:04:34	2:04:46	0:00:12		07:18.9	07:29.0	0:00:10
39		1:58:50	1:59:13	0:00:23		2:01:40	2:02:03	0:00:23		2:04:46	2:05:09	0:00:23		07:29.0	07:49.2	0:00:20
40		1:59:13				2:02:03				2:05:09				07:49.2		
41				0:00:14				0:00:13				0:00:15				0:00:12
42																0:00:14
43																
44	WebSock	suhu				kekeruhan					pH			DO		
45		2:34:48	2:34:52	0:00:04		2:35:27	2:35:30	0:00:03		2:36:01	2:36:04	0:00:03		2:36:34	2:36:38	0:00:04
46		2:34:52	2:34:56	0:00:04		2:35:30	2:35:33	0:00:03		2:36:04	2:36:07	0:00:03		2:36:38	2:36:41	0:00:03
47		2:34:56	2:35:00	0:00:04		2:35:33	2:35:36	0:00:03		2:36:07	2:36:11	0:00:04		2:36:41	2:36:45	0:00:04
48		2:35:00	2:35:04	0:00:04		2:35:36	2:35:40	0:00:04		2:36:11	2:36:14	0:00:03		2:36:45	2:36:48	0:00:03
49		2:35:04	2:35:08	0:00:04		2:35:40	2:35:44	0:00:04		2:36:14	2:36:17	0:00:03		2:36:48	2:36:51	0:00:03
50		2:35:08	2:35:12	0:00:04		2:35:44	2:35:47	0:00:03		2:36:17	2:36:21	0:00:04		2:36:51	2:36:55	0:00:04
51		2:35:12	2:35:16	0:00:04		2:35:47	2:35:51	0:00:04		2:36:21	2:36:24	0:00:03		2:36:55	2:36:58	0:00:03
52		2:35:16	2:35:19	0:00:03		2:35:51	2:35:54	0:00:03		2:36:24	2:36:28	0:00:04		2:36:58	2:37:02	0:00:04
53		2:35:19	2:35:23	0:00:04		2:35:54	2:35:57	0:00:03		2:36:28	2:36:31	0:00:03		2:37:02	2:37:05	0:00:03
54		2:35:23				2:35:57				2:36:31				2:37:05		
55	avg			0:00:04				0:00:03				0:00:03				0:00:03



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 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