

RESEARCH ARTICLE

## Analisis Perbandingan Quality of

Fani Candra Kusuma, Nyoman Bogi Aditya Karna\* and Arif Indra Irawan

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

\*Corresponding author: [aditya@telkomuniversity.ac.id](mailto:aditya@telkomuniversity.ac.id)

Received on 17 May 2024; accepted on 19 June 2024

### Abstrak

Pada era globalisasi yang sedang berlangsung, perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) sedang mengalami kemajuan pesat. Hal ini membawa banyak manfaat dan kemajuan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, salah satunya dalam bidang peternakan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan Quality of Services (QoS) antara protokol HTTP dan MQTT pada sistem pemantauan berat ayam pedaging berbasis IoT. Sistem ini terdiri dari komponen input berupa sensor berat yang diletakkan pada tatakan untuk membaca tekanan berat pada ayam. Data berat yang terbaca oleh modul HX711 dikirim oleh mikrokontroler Node MCU ESP8266 ke broker/server melalui protokol HTTP dan MQTT. Data tersebut kemudian diterima oleh Node-RED dan diparse ke database MySQL kemudian dipanggil dan ditampilkan pada dashboard grafana. Hasil analisis QoS didapatkan rata-rata nilai untuk parameter delay sebesar 15,3002 ms untuk protokol HTTP dan 57,9771 ms untuk protokol MQTT. Untuk rata-rata nilai pada parameter throughput sebesar 1248,719 bps pada protokol HTTP dan 919,900 bps pada protokol MQTT. Untuk rata-rata nilai pada parameter packet loss sebesar 0% untuk protokol HTTP dan 0% untuk protokol MQTT.

**Key words:** HTTP, MQTT, Sensor, Berat, dan IoT

### Pendahuluan

#### Pendahuluan

Dalam industri peternakan, permintaan terhadap daging ayam terus meningkat karena harganya yang lebih terjangkau dibandingkan dengan daging sapi dan kambing [1]. Pertumbuhan ayam broiler juga sangat cepat dan efisiensi pakan semakin baik berkat peningkatan genetik. Namun, broiler modern menjadi lebih rentan terhadap stres, sehingga lingkungan yang kondusif dan nyaman menjadi penting untuk pertumbuhan mereka [2]. Pemeliharaan ayam pedaging terbagi menjadi masa starter dan masa finisher, di mana masa awal (*brooding*) sangat penting untuk memastikan kesehatan dan kualitas ayam. Dalam pemantauan berat ayam, penimbangan rutin diperlukan untuk mengawasi pertumbuhan [3].

Teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi dengan memungkinkan pemantauan berat ayam secara real-time, mengurangi stres pada ayam, dan meningkatkan efisiensi pemeliharaan. Penggunaan mikrokontroler dalam sistem pemantauan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan, serta mengontrol takaran pakan secara terukur. Dengan mengaplikasikan IoT dan mikrokontroler, peternak dapat memantau berat ayam secara real-time secara jarak jauh, meningkatkan efisiensi dan mengurangi stres pada ayam [4]. Teknologi ini memungkinkan pemantauan yang mudah dan efisien terhadap produktivitas dan pertumbuhan ayam pedaging.

Perkembangan teknologi IoT memungkinkan benda-benda terhubung dengan jaringan internet [5]. Dalam peternakan, IoT digunakan untuk memantau perkembangan ayam secara real-time, seperti suhu, kelembaban, dan berat ayam, membantu peternak dalam pengambilan keputusan yang tepat untuk kualitas hidup ayam dan produksi daging yang optimal. Teknologi ini membantu meminimalkan stres pada ayam, mengurangi kematian, dan kerugian dalam budidaya.

IoT bertujuan menghubungkan perangkat dan sensor melalui jaringan dan mengembalikan data yang direalisasikan dari sensor yang terletak di berbagai tempat melalui server web, yang memungkinkan analisis untuk menciptakan formasi yang sesuai [6]. Mikrokontroler digunakan dalam monitoring suhu, kelembaban, sirkulasi udara, dan pemantauan berat ayam secara otomatis, serta pengontrolan takaran pakan nutrisi yang lebih terukur. Menggunakan mikrokontroler dan IoT, peternak dapat memantau berat ayam secara real-time, mengurangi stres ayam, dan memudahkan pengontrolan produksi.

### Tinjauan Pustaka

#### A. Ayam Broiler

Daging ayam broiler, khususnya ayam broiler hibrida modern, merupakan sumber protein hewani populer di Indonesia. Produksi dan konsumsinya yang signifikan mencerminkan popularitasnya [7]. Daging

ayam broiler memiliki kandungan nutrisi bervariasi, misalnya daging dada mengandung protein 23,3%, air 74,4%, lemak 1,2%, dan abu 1,1% [8]. Konsumsi daging ayam broiler terus meningkat seiring ketersediaan yang mudah dan harga yang terjangkau, dengan peningkatan konsumsi sebesar 17,75% dari 2018 hingga 2021 [9]. Meski demikian, data ini mencatat hanya konsumsi rumah tangga, belum termasuk sektor lain seperti rumah makan, industri, dan lainnya [10].

## B. Berat Ayam

Pemeliharaan ayam broiler harus memperhatikan faktor-faktor seperti pakan berkualitas dan konsumsi yang meningkat seiring pertambahan usia [11]. Standar bobot ayam broiler digunakan sebagai tolak ukur dalam manajemen kandang, vaksinasi, pemberian nutrisi, dan efisiensi pakan [12]. Keuntungan mengetahui standar bobot ayam broiler meliputi perbaikan cepat, tindakan preventif, menjaga performa keseluruhan sehingga waktu panen dapat optimal [12]. Pemeliharaan ayam broiler memerlukan kualitas pakan, nutrisi, kebersihan kandang, sanitasi, dan suhu yang baik untuk pertumbuhan yang optimal. Monitoring berat secara online dapat menggantikan pemantauan manual untuk mengurangi stres pada ayam dan merugikan pemilik usaha.

## C. Internet of Things (IoT)

IoT adalah koneksi teknologi pada objek fisik yang berkomunikasi, berinteraksi, dan mengumpulkan informasi, memiliki peran penting di berbagai bidang dan mendorong penggunaan sistem yang efisien dan aman [13]. Konsep hiperkoneksi dalam IoT memungkinkan komunikasi dari jarak jauh dan digunakan dalam berbagai aplikasi seperti peternakan, manufaktur, dan penyelamatan nyawa [14]. IoT diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada 1999 untuk mempromosikan konsep RFID, yang memiliki akar ide dari tahun 1960-an [15].

## D. Message Queuing Telemetry Transfer Protocol (MQTT)

MQTT adalah protokol untuk transmisi data pada IoT yang menggunakan arsitektur publish-subscribe berbasis topik [16]. Protokol ini dirancang untuk komunikasi ringan machine-to-machine (M2M) yang berjalan di atas TCP/IP [17]. MQTT memiliki tiga tingkat Quality of Service (QoS) yang memungkinkan pengiriman pesan yang andal [18]. Protokol ini memungkinkan klien dan server berperan sebagai pengirim atau penerima [19]. MQTT memiliki header tetap dan header variabel, serta mendukung mekanisme Last Will and Testament untuk manajemen koneksi [20].

## E. Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

HTTP adalah protokol IoT pertama yang menggunakan arsitektur klien-server dalam komunikasi request/respons [21]. Protokol ini digunakan untuk mentransfer informasi di Internet melalui TCP, sering digunakan dalam perangkat IoT untuk koneksi mudah ke Internet. Namun, penggunaan HTTP dalam IoT memiliki masalah seperti panjang header dan kebutuhan sesi TCP/IP untuk setiap transfer data [22].

## F. Kualitas Layanan (Quality of Service)

QoS adalah teknik pengelolaan bandwidth, delay, dan packet loss dalam jaringan untuk memastikan pengiriman data yang handal dan sesuai kebutuhan [23]. Hal ini mencakup atribut seperti throughput, latency, jitter, packet loss, dan reliability dalam layanan jaringan [24]. Dengan QoS, penyedia layanan dapat mengukur dan memprioritaskan atribut-atribut ini untuk menjamin kualitas pengalaman pengguna [25]. Berikut parameter yang akan diukur menurut standar QoS:

1. Delay: Delay adalah waktu perjalanan data dari sumber ke tujuan, dipengaruhi oleh jarak, kongesti, dan waktu pemrosesan [26].

$$\text{Rata-rata Delay} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total packet diterima}} \quad (1)$$

2. Packet Loss: Packet loss adalah jumlah paket yang gagal mencapai tujuan saat dikirim. Ini bisa disebabkan oleh collision atau kongesti dalam jaringan [26].

$$\text{Packet Loss} = \left( \frac{\text{data dikirim} - \text{data diterima}}{\text{data yang dikirim}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

3. Throughput: Throughput mengukur kecepatan transfer data selama periode waktu tertentu [26].

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}} \quad (3)$$

## G. Node Red

Node-RED adalah alat pengembangan aliran yang awalnya dibuat oleh IBM untuk menghubungkan perangkat keras, API, dan layanan online dalam IoT. Pemrograman berbasis aliran ini menggunakan konsep node yang memiliki tujuan terdefinisi untuk memproses dan meneruskan data, membentuk jaringan black-box untuk menggambarkan perilaku aplikasi [27].

## H. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak resmi dari Arduino.cc untuk mengedit, menyusun, dan mengunggah kode pada perangkat Arduino. Ini bersifat open source dan kompatibel dengan sebagian besar modul Arduino, memudahkan pengembang dalam mengembangkan dan menguji kode secara gratis [28].

## I. Database MySQL

MySQL adalah aplikasi open source untuk mengolah basis data yang banyak digunakan dalam pembuatan aplikasi dengan database. Ini memiliki lisensi GNU General Public License (GPL), memungkinkan pengguna menggunakan MySQL secara gratis baik untuk tujuan pribadi maupun komersial [29].

## J. Grafana Dashboard

Grafana adalah perangkat lunak open source yang digunakan untuk memvisualisasikan data monitoring dalam bentuk grafik dan chart. Ini mendukung berbagai sumber data seperti Graphite, MySQL, Prometheus, Elasticsearch, OpenTSDB, dan InfluxDB, serta memiliki fitur alerting yang memungkinkan pengguna menerima notifikasi saat metrik mencapai ambang batas yang ditentukan [30].

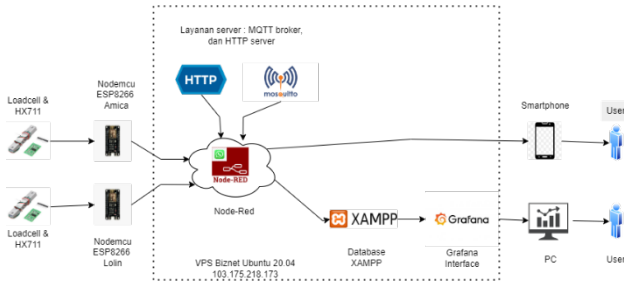
## K. Wireshark

Wireshark adalah alat analisis paket gratis dan sumber terbuka yang digunakan untuk memantau, menangkap, dan menganalisis lalu lintas jaringan dengan tujuan troubleshoot masalah jaringan, memeriksa keamanan, serta mengembangkan protokol komunikasi [31].

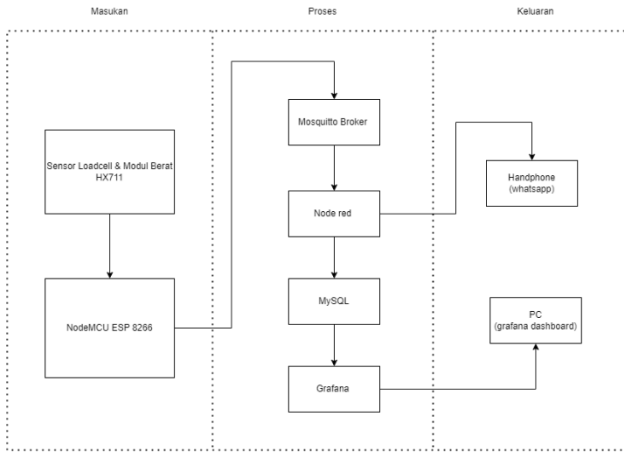
## Metodologi Penelitian

### Desain Sistem

Pada perancangan sistem keseluruhan untuk pemantauan dan pengumpulan data berat ayam secara *realtime* dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem terdiri dari tiga bagian utama: pembacaan data, pengolahan data, dan visualisasi data. NodeMCU ESP8266 terhubung dengan *load*



Gambar 1. Diagram Sistem MQTT dan HTTP



Gambar 2. Diagram Blok Input, Output, Proses Protokol MQTT

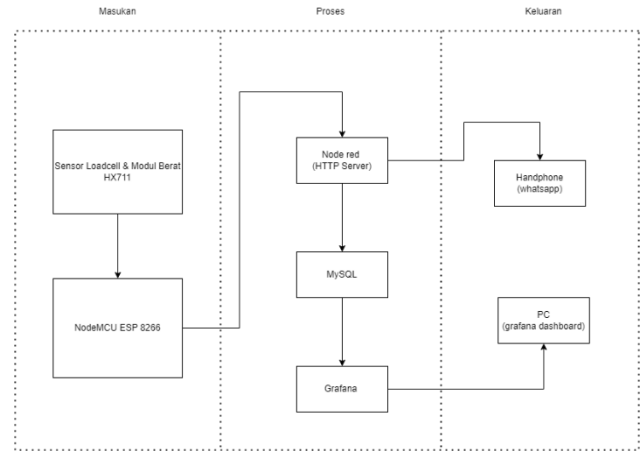
cell dan HX711 untuk mengukur berat ayam *broiler*, data kemudian dikirim ke platform Node-RED. Data berat ayam dikirim melalui MQTT dan HTTP ke server dan aplikasi.

Diagram blok sistem monitoring berat ayam pedaging dengan protokol MQTT dan HTTP dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Untuk mendapatkan nilai berat dari ayam pedaging digunakan sensor *loadcell* sebagai pembaca data. Nilai mekanik dari berat ayam tersebut diubah menjadi sinyal digital oleh modul berat HX711 lalu diteruskan oleh NodeMCU ESP8266 ke Node-RED dengan jaringan WiFi menggunakan protokol HTTP dan MQTT. Sinyal digital diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk kemudian dikirimkan ke broker Mosquitto. Node-RED akan *subscribe* data tersebut dan meneruskannya pada *database* MySQL, kemudian dihubungkan ke Grafana Dashboard yang dapat diakses melalui PC maupun Handphone.

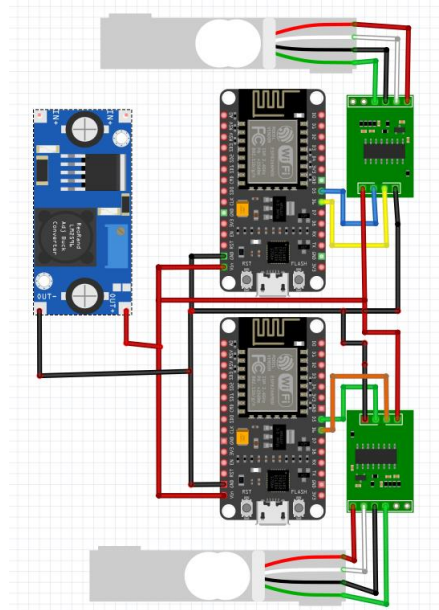
Untuk protokol HTTP, sinyal digital diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk kemudian dikirimkan langsung ke Node-RED sebagai *web server*. Kemudian akan diteruskan pada *database* MySQL dan dihubungkan ke Grafana Dashboard yang dapat diakses melalui PC maupun handphone untuk notifikasi perangkat *online* atau *offline*.

**Desain Perangkat Keras**

Pada perancangan perangkat keras sistem monitoring berat ayam dapat dilihat pada Gambar 4. Digunakan komponen-komponen seperti sensor *loadcell*, modul HX711, LM2596 step-down, adapter AC 12V, dan NodeMCU ESP 8266 Amica dan ESP 8266 Lolin. Modul LM2596 digunakan untuk menurunkan tegangan dari adapter AC 12V menjadi tegangan yang sesuai untuk NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai pengirim data dari sensor *loadcell* ke server melalui protokol HTTP dan MQTT. Sensor *loadcell* terhubung dengan modul HX711 yang mengubah sinyal analog menjadi digital.



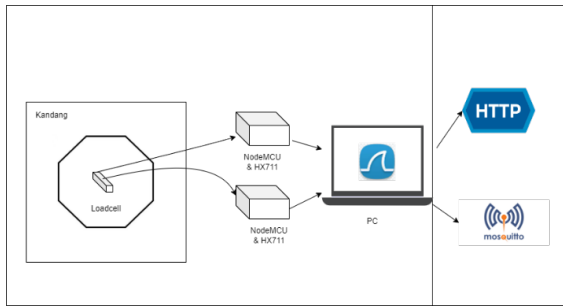
Gambar 3. Diagram Blok Input, Output, Proses Protokol HTTP



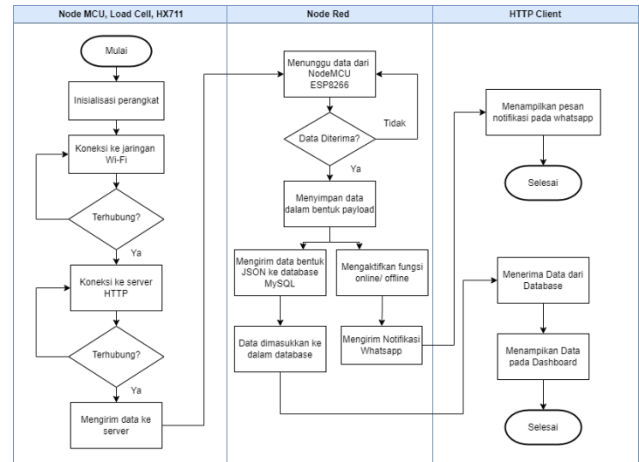
Gambar 4. Skema Rangkaian Hardware

**Skenario Pengujian QoS**

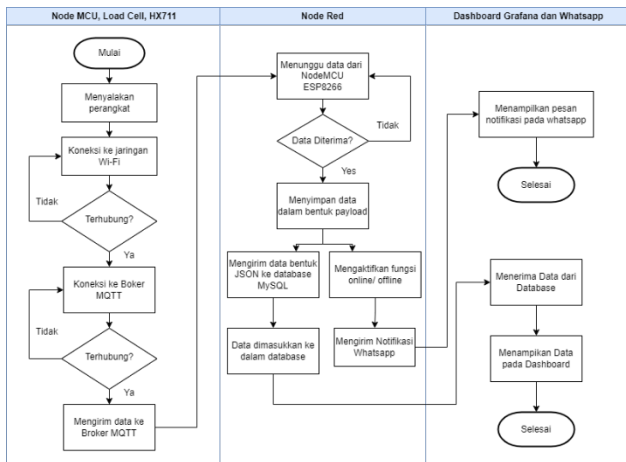
Pada Gambar 5, pengujian performansi protokol komunikasi dilakukan dengan menganalisis kualitas layanan (*Quality of Service* atau QoS) dengan memperhatikan delay, throughput, dan packet loss. Pengujian melibatkan pengiriman data dari sensor ke *broker* MQTT dan web server HTTP selama 10 menit, dibagi menjadi 3 sesi yaitu: pagi, siang, dan sore. Hasil pengujian dievaluasi untuk kedua protokol dengan menggunakan perangkat lunak Wireshark. Delay dihitung dengan memfilter paket berdasarkan alamat IP NodeMCU. Packet loss dihitung dari presentase paket yang tidak diterima, sementara *throughput* diperoleh dari menu *file capture properties Wireshark*. Data diekspor ke Excel dan perhitungan dilakukan secara manual untuk mendapatkan informasi kualitas layanan protokol MQTT dan HTTP berdasarkan *delay*, *throughput*, dan *packet loss*.



Gambar 5. Skenario Capture Data Wireshark



Gambar 7. Flowchart Sistem Protokol HTTP



Gambar 6. Flowchart Sistem Protokol MQTT

## Hasil dan Pembahasan

### Flowchart Sistem

#### Flowchart MQTT

Ada tiga bagian pada flowchart sistem pemantauan berat ayam broiler untuk protokol MQTT pada Gambar 6 dan protokol HTTP pada Gambar 7, yang pertama dimulai dengan inisialisasi perangkat yang akan mencoba terhubung ke jaringan *wi-fi*, jika tidak berhasil maka akan mencoba mengulang proses koneksi ke *wi-fi*. Jika sukses maka akan coba konek ke *MQTT broker*, lalu kirim data ke *MQTT broker*. Pada bagian *Node-RED*, *Node-RED* menunggu data dari *NodeMCU*, jika data tidak diterima akan menunggu lagi, jika data diterima akan menyimpan data dalam bentuk *payload*. Pada bagian ini bercabang pada flow pertama yaitu data *JSON* dikirim ke *database SQL*. Kemudian jika sesuai dengan skema *database* maka data akan dikirim ke *database*. Pada aliran kedua, data yang masuk berupa *payload* digunakan untuk mengaktifkan fungsi *online* atau *offline*, kemudian digunakan untuk mengirimkan notifikasi *WhatsApp*. Pada *dashboard*, notifikasi dikirim ke *WhatsApp* yang sudah dikonfigurasi, sedangkan pada *dashboard Grafana*, data di *database* diterima oleh *Grafana* dan ditampilkan di *dashboard*. Untuk *flowchart* HTTP secara keseluruhan hampir sama dengan *flowchart* MQTT, perbedaannya ada pada koneksi ke server HTTP dan pengiriman data ke server.

#### Flowchart HTTP

Flowchart Sistem Protokol HTTP Gambar 7,



Gambar 8. Pengujian Berat Timbangan Gantung Digital

### Hasil Pengujian Alat

Untuk mendapatkan data berat ayam secara langsung, tempat percobaan alat dilakukan di tempat kandang milik Pak Yogi Adi Pratama yang berlokasi di Desa Karang Talun Kidul, Kecamatan Purwojati, Kabupaten Banyumas. Dalam kandang berkapasitas 9.000 tersebut pada saat penelitian terdapat ayam broiler yang berjumlah 8.976 dan dibagi menjadi 6 bagian, lalu untuk pengambilan data, masing-masing tatakan diletakkan pada dua tempat. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian sensor berat menggunakan satu ekor ayam broiler yang berumur 22 hari. Pengujian tersebut melibatkan dua tahap, yaitu menggunakan sensor *loadcell* pada Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 8 untuk timbangan digital sebagai alat pembanding. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi apakah hasil berat ayam yang terdeteksi oleh sensor *loadcell* sesuai dengan hasil yang diperoleh dari timbangan digital.



Gambar 9. Pengujian Sensor Berat NodeMCU Amica



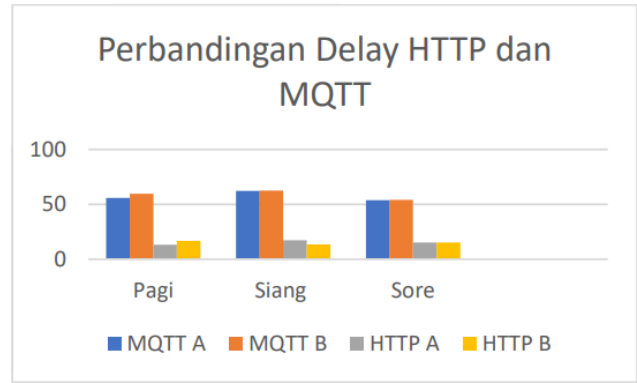
Gambar 10. Pengujian Sensor Berat NodeMCU Lolin

### Hasil Pengujian QoS

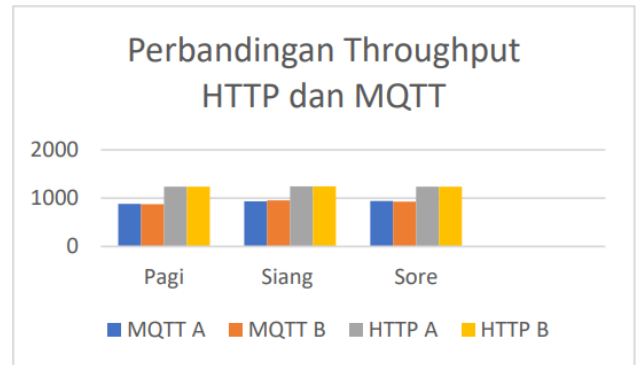
Berikut merupakan analisis dari hasil pengujian dengan parameter uji QoS:

#### 1. Delay

Pada Gambar 11 diperoleh hasil rata-rata *delay* dari pengujian yang sudah dilakukan sebelumnya. Hasil rata-rata *delay* protokol *MQTT* dengan pengujian pagi, siang, dan sore sebesar 57,9771 ms sedangkan pada protokol *HTTP* sebesar 15,3002 ms. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa protokol *HTTP* memiliki rata-rata *delay* yang lebih baik dari *MQTT*. Berdasarkan parameter ITU-T G1010 rata-rata *delay* protokol *HTTP* dan *MQTT* tergolong baik.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Delay HTTP & MQTT



Gambar 12. Grafik Perbandingan Throughput HTTP & MQTT

#### 2. Throughput

Pada Gambar 12 merupakan grafik perbandingan performansi implementasi protokol *HTTP* dan *MQTT* pada sistem monitoring berat ayam broiler dengan parameter *throughput* diperoleh hasil pada protokol *MQTT* dengan pengujian pagi, siang, dan sore sebesar 919,900 bps sedangkan pada protokol *HTTP* sebesar 1248,719 bps.

#### Packet Loss

Untuk melihat kualitas layanan *packet loss* dilakukan langsung *filter* pada *Wireshark* yaitu pada menu *filter*, dituliskan "tcp.analysis.lost\_segment". Pada proses *filter* tidak terdapat paket yang hilang selama pengujian kualitas layanan protokol *HTTP* dan *MQTT*. Setelah dilakukan penghitungan berdasarkan rumus akan menghasilkan presentase *packet loss*, berikut ini merupakan hasil penghitungan *packet loss* yang dikategorikan kualitas layanannya berdasarkan standar ITU-T G1010:

### Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai analisis kualitas layanan sistem *monitoring* berat ayam broiler dengan menggunakan protokol *MQTT* dan Protokol *HTTP*, didapatkan nilai rata-rata *delay* untuk protokol *MQTT* sebesar 57,9771 ms, sedangkan untuk protokol *HTTP* sebesar 15,3002 ms. Dengan nilai *delay* yang didapat, kedua protokol masuk kategori diutamakan menurut ITU-T G1010. Pada pengujian *throughput* didapatkan rata-rata nilai *throughput* 919,900 bps untuk protokol *MQTT*, sedangkan untuk protokol *HTTP* sebesar 1248,719 bps. Pada pengujian parameter *packet loss* kedua protokol diperoleh hasil *packet loss* sebesar 0% artinya nilai tersebut masuk kategori diutamakan menurut ITU-T G1010. Protokol *MQTT* memiliki nilai *throughput* yang lebih

rendah dibandingkan protokol HTTP disebabkan packet size protokol MQTT lebih kecil dibandingkan protokol HTTP. Sehingga protokol MQTT dapat meminimalisir penggunaan bandwidth jaringan.

## Daftar Pustaka

- Ratnasari R, Sarengat W, Setiadi A. ANALISIS PENDAPATAN PETERNAK AYAM BROILER PADA SISTEM KEMITRAAN DI KECAMATAN GUNUNG PATI KOTA SEMARANG. *Animal Agriculture Journal*. 2015 May;4(1):47-53. Accessed: May 10, 2023. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aa/article/view/8474>.
- Tamalluddin F. *Panduan Lengkap Ayam Broiler*. Google Books; 2023. Accessed: May 10, 2023. Available from: [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=ztS-CQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=ayam+broiler&ots=s73McRSoja&sig=Y73xD2bFVJKWfLuPtZMNugxt4DI&redir\\_esc=y#v=onepage&q=ayam%20broiler&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=ztS-CQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=ayam+broiler&ots=s73McRSoja&sig=Y73xD2bFVJKWfLuPtZMNugxt4DI&redir_esc=y#v=onepage&q=ayam%20broiler&f=false).
- Pengaruh Pemeliharaan pada Kepadatan Kandang yang Berbeda Terhadap Performa Ayam Broiler. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 2023. Accessed: May 10, 2023. Available from: <https://ejournal.unib.ac.id/jspi/article/view/9698/4934>.
- Alam IS. *Menguak Penyebab Stres Pada Ayam*; 2019. Available from: <https://poultryindonesia.com/menguak-penyebab-stres-pada-ayam/>.
- Sandro Saputra J, Studi Rekayasa Sistem Komputer P, Teknologi Informasi Universitas Serang Raya F. PROTOTYPE SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA KANDANG AYAM BROILER BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Animal Agriculture Journal*. 2020;7(1).
- Aziz DA, Abdulahad Aziz D. Webserver Based Smart Monitoring System Using ESP8266 Node MCU Module. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2018. Available: [www.ijser.org](http://www.ijser.org).
- Sukmawati S, Ratna R, Fahrizal A. Analisis cemaran mikroba pada daging ayam broiler di kota makassar. *Scripta Biologica*. 2018. Available from: <https://journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/scr/bio/article/view/799>.
- Ramadhani WM, Rukmi I, Jannah SN. Kualitas mikrobiologi daging ayam broiler di pasar tradisional Banyumanik Semarang. *Jurnal Biologi Tropika*. 2020. Available from: <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jbt/article/view/7967>.
- Wati AK, Zuprizal Z, Kustantinah K. Performan ayam broiler dengan penambahan tepung daun dalam pakan. *Jurnal Penelitian Ilmu Peternakan*. 2018. Available from: <https://jurnal.uns.ac.id/SainsPeternakan/article/view/23260>.
- BPS. *Konsumsi Daging Ayam Ras di Rumah Tangga Naik 8,62*
- Suni S, Lisnahan CV, Dethan AA. Berat Organ Non Karkas Ayam Broiler Setelah Disuplementasi Di-Methionine dalam Pakan. *Jurnal Agribisnis Sumberdaya Alam*. 2021. Available from: <http://savanacendana.id/index.php/JA/article/view/1068>.
- Ramadhanissa NF. *Standar Bobot Ayam Broiler*; 2022.
- Yadav EP, Mittal EA, Yadav H. IoT: Challenges and issues in indian perspective. In: *International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages*. IEEE; 2018. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8519869>.
- Balaji S, Nathani K, Santhakumar R. IoT technology, applications and challenges: a contemporary survey. *Wireless Personal Communications*. 2019.
- Tawalbeh L, Muheidat F, Tawalbeh M, Quwaider M. IoT Privacy and security: Challenges and solutions. *Applied Sciences*. 2020. Available from: <https://www.mdpi.com/743086>.
- Kahsyap M, Sharma V, Gupta N. *Taking NodeMCU and MQTT to IoT: Communication in internet of things*; 2018. .
- Prayogo SS, Mukhlis Y, Yakti BK. The use and performance of MQTT and CoAP as internet of things application protocol using NodeMCU ESP8266. In: *Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*; 2019. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8985850>.
- ISO. *Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)*; 2016.
- Cohn RJ, Coppen RJ. *MQTT Version 3.1.1 OASIS Standard*. Standards Track Work Product.; 2014.
- Bellavista P, Zanni A. Towards Better Scalability for IoT-Cloud Interactions via Combined Exploitation of MQTT and CoAP. In: *IEEE 2nd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow (RTSI)*; 2016. .
- Ochoa HJJ, Peña R, Mezquita YL, Gonzalez E. Comparative Analysis of Power Consumption between MQTT and HTTP Protocols in an IoT Platform Designed and Implemented for Remote Real-Time Monitoring. *Sensors*. 2023;23(10):4896. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/10/4896>.
- Daniel L, Kojo M, Latvala M. Experimental evaluation of the CoAP, HTTP and SPDY transport services for internet of things. In: *International Conference on Internet and Distributed Computing Systems (IDCS)*; 2014. .
- Budiman A, Duskarnaen MF, Ajie H. Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Internet Smk Negeri 7 Jakarta. *PINTER: Jurnal Pendidikan*. 2020. Available from: <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/pinter/article/view/18964>.
- Sugiantoro B, Mahardhika YB. Analisis Quality Of Service Jaringan Wireless Sukanet Wifi Di Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Kalijaga. *Jurnal Teknik Informatika*. 2017. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/290103769.pdf>.
- Wulandari R. Analisis QoS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon -LIPI). *Jurnal teknik informatika dan sistem informasi*. 2016. Available from: <http://114.7.153.31/index.php/jutisi/article/view/620>.
- ETSI DTR. *TIPHON-05001, Telecommunications and Internet protocol harmonization over networks (TIPHON); General Aspects of quality of service (QoS)*;
- Contributors OF. *Node-Red*;. Available from: <https://nodered.org>.
- Fezari M, Al Dahoud A. Integrated development environment 'IDE' for Arduino. WSN applications. 2018. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Fezari2/publication/328615543\\_Integrated\\_Development\\_Environment\\_IDE\\_For\\_Arduino/links/5bd8c6d24585150b2b9206df/Integrated-Development-Environment-IDE-For-Arduino.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Fezari2/publication/328615543_Integrated_Development_Environment_IDE_For_Arduino/links/5bd8c6d24585150b2b9206df/Integrated-Development-Environment-IDE-For-Arduino.pdf).
- Sitinjak D, Suwita J. Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi Administrasi Kursus Bahasa Inggris Pada Intensive English Course Di Ciledug Tangerang. *Insan Pembangunan Sistem*. 2020. Available from: [https://ojs.ipem.ecampus.id/ojs\\_ipem/index.php/smik-ipem/article/view/164](https://ojs.ipem.ecampus.id/ojs_ipem/index.php/smik-ipem/article/view/164).
- Amirudin MZ, Fahmi R, Utami E. Evaluasi Penggunaan Prometheus dan Grafana Untuk Monitoring Database MongoDB. *Jurnal Informatika Polinema*. 2021. Available from: <http://jip.polinema.ac.id/ojs3/index.php/jip/article/view/530>.
- Wang S, Xu DS, Yan SL. Analysis and application of Wireshark in TCP/IP protocol teaching. In: *International Conference on E-Learning*; 2010. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5496372>.
- Abdullah. *SISTEM DETEKSI DAN MONITORING KONDISI KADAR KEPEKATAN ASAP DENGAN SENSOR ASAP DAN CAMERA TRACKER*. *Fisitek: Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*. 2018;2:1-7.

33. Prabowo BA, Riswantini D, Yuwana S. Pengembangan Sistem Kendali Waktu Nyata dengan Embedded System berbasis Embedded

Linux. Pusat Penelitian Informatika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2018.