

PERANCANGAN SISTEM MONITORING BERAT AYAM BERBASIS PROTOKOL MQTT

DESIGN OF CHICKEN WEIGHT MONITORING SYSTEM BASED ON MQTT PROTOCOL

Affiah Dwi Ramadhani¹, Mas Aly Afandi², Dania Anggraeni³

^{1,2,3}Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

¹affiahdr@ittelkom-pwt.ac.id, ²alv@ittelkom-pwt.ac.id, ³danianggra16@gmail.com

Abstrak

Terbatasnya teknologi yang dapat memantau perkembangan berat ayam setiap saat menjadi salah satu alasan peternak harus menimbang ayam secara rutin. Pengecekan setiap saat membutuhkan banyak input produksi berupa tenaga manusia. Sedangkan ayam broiler rentan mengalami stress jika sering ditimbang beratnya. Oleh karena itu penulis memilih perangkat *monitoring* berat ayam untuk memantau informasi berat ayam secara jarak jauh melalui sebuah web. Pada kandang ayam dihubungkan dengan sensor loadcell sebagai sistem untuk membaca dan mengambil data berat objek dari lingkungan sekitar serta untuk sistem kontrolnya menggunakan mikrokontroler NodeMCU dengan ESP8266 sebagai media transmisi nirkabel pada perangkat I/O. Data yang telah diambil oleh sensor *loadcell* akan diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang kemudian dikirimkan ke sebuah server. Terdapat satu protokol yang dianalisa yaitu protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Penelitian mencakup analisa *Quality of Service* (QoS) pada objek di protokol dan menganalisa pengiriman data pada protokol MQTT. Beberapa parameter *Quality of Service* (QoS) yang digunakan sebagai acuan penelitian adalah *Delay*, *Jitter*, *Packet Loss* dan *Throughput*. Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan bahwa alat *monitoring* yang diuji pada ayam berbobot rata-rata 1.97 kg memiliki nilai keakuratan sebesar 99,7%. Serta protokol MQTT pada parameter *delay* memiliki kualitas layanan sangat baik pada rentang 107.101 – 129.544 ms. Sementara kategori *jitter* memiliki kualitas yang baik pada rentang 0.002 – 0.052, parameter *throughput* memiliki nilai rata-rata 29557.172 - 31401.873 bps dan parameter *packet loss* memiliki kualitas layanan yang sangat baik yakni hanya sebesar 0.0001% – 0.0008%. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan protokol MQTT baik digunakan pada perangkat *monitoring* berat ayam broiler.

Kata kunci: Loadcell, Monitoring, MQTT, NodeMCU, QoS

Abstract

The limited technology that can monitor the development of chicken weight at any time is one of the reasons farmers have to weigh chickens regularly. Checking every time requires a lot of production input in the form of human labor. Meanwhile, broiler chickens are prone to stress if they are often weighed. Therefore, the author chose a chicken weight monitoring device to monitor chicken weight information remotely via a web. The chicken coop is connected to a loadcell sensor as a system for reading and retrieving object weight data from the surrounding environment and for the control system using a NodeMCU microcontroller with ESP8266 as a wireless transmission medium for I/O devices. The data that has been taken by the loadcell sensor will be processed by the NodeMCU ESP8266 microcontroller which is then sent to a server. There is one protocol analyzed, namely the *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) protocol. The research includes analyzing *Quality of Service* (QoS) on objects in the protocol and analyzing data transmission on the MQTT protocol. Several *Quality of Service* (QoS) parameters used as research reference are *Delay*, *Jitter*, *Packet Loss* and *Throughput*. The test results in this study indicate that the monitoring tool tested on chickens weighing an average of 1.97 kg has an accuracy value of 99.7%. And the MQTT protocol on the *delay* parameter has very good service quality in the range of 107.101 – 129,544 ms. While the *jitter* category has good quality in the range of 0.002 – 0.052, the *throughput* parameter has an average value of 29557.172 - 31401.873 bps and the *packet loss* parameter has very good service quality, which is only 0.0001% – 0.0008%. The results of these tests indicate that the use of the MQTT protocol is good for broiler weight monitoring devices.

Keywords: Loadcell, Monitoring, MQTT, NodeMCU, QoS

1. PENDAHULUAN

Pada era saat ini makin banyak masyarakat yang lebih sadar gizi sehingga kebutuhan akan hewan ternak semakin meningkat [1]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), ekspor Sub Sektor Peternakan pada Januari sampai Februari 2020 mencapai Rp 1,7 triliun, atau meningkat 30% dibandingkan ekspor pada Januari-Februari 2019 yang tercatat sebesar Rp1,3 triliun [2]. Salah satu hewan ternak yang paling tinggi permintaannya di beberapa tahun terakhir ini adalah ayam ras pedaging atau ayam broiler. Ayam broiler merupakan jenis ras unggulan hasil persilangan bangsa-bangsa ayam yang memiliki kemampuan memproduksi daging sehingga ayam broiler ini bisa memiliki kelebihan diantaranya yaitu daging dada lebih besar, pertumbuhan lebih cepat dan memiliki bulu yang lebih sedikit [3]. Dalam proses pemeliharaan hewan ternak dibutuhkan informasi berat ayam secara rutin setiap harinya untuk mengetahui perkembangan sampel berat ayam. Hal ini mengharuskan peternak memastikan berat ayam setiap harinya secara manual guna mendapat sampel berat tersebut. Namun pengecekan berat ayam secara manual ini apabila terlalu sering dikhawatirkan dapat membuat ayam menjadi stress sehingga menurunkan kualitas ayam pedaging tersebut bahkan dapat berujung kematian. Stres pada ayam dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya adalah perubahan cuaca secara tiba-tiba, kegaduhan, proses transportasi, serta perubahan air minum dan jenis pakan secara mendadak, sakit dan kelelahan. Faktor kelelahan ini dapat terjadi apabila ayam terus menerus ditimbang beratnya [4]. Seiring berkembangnya jaman, banyak budidaya ternak ayam pedaging yang dikembangkan untuk meminimalisir kerugian dan memudahkan pekerjaan .

Saat ini banyak sekali perangkat elektronika yang biasa digunakan dalam pembuatan teknologi baru, salah satunya adalah perangkat mikrokontroler yang dapat mengontrol rangkaian elektronika agar dapat bekerja secara otomatis. Mikrokontroler juga dapat bekerja secara manual sesuai program yang dibuat karena mikrokontroler dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang seluruh atau sebagian besarnya dikemas dalam satu *chip* IC dan mempunyai beberapa fungsi yang spesifik [5], [6]. Mikrokontroler juga dapat bekerja secara manual sesuai program yang dibuat karena mikrokontroler dapat menyimpan program didalamnya. Pengaplikasian mikrokontroler pada penelitian kali ini difokuskan ke monitoring sampel berat ayam otomatis secara jarak jauh agar peternak dapat memantau berat ayam kapanpun dan dimanapun. Proses akses jarak jauh ini memanfaatkan teknologi jaringan IoT (*Internet of Things*) dengan bantuan sensor *loadcell* pada pengaplikasiannya. *Internet of Things* (IoT) sendiri mempunyai fungsi *monitoring*, fungsi *monitoring* inilah yang berjalan secara terus-menerus ketika mengkoleksi, mengolah serta menampilkan data dari lingkungan. Dengan fungsi yang menawarkan kemudahan itu, perangkat ini pun dapat memberikan informasi data secara *real time*.

Protokol MQTT adalah protocol yang dikembangkan oleh IBM untuk kebutuhan IoT yang didesain untuk dapat melakukan publish maupun subscribe sebuah transmisi pesan yang ringan. MQTT bersifat terbuka, simple, dan didesain untuk mudah diimplementasikan sehingga mampu menangani ribuan client jarak jauh dengan hanya satu server. Karakteristik ini ideal untuk diimplementasikan dalam banyak situasi termasuk dalam komunikasi machine to machine (M2M). MQTT mempunyai keuntungan seperti lebih efisien dalam mengkonsumsi bandwidth serta tidak membutuhkan daya yang besar [7], [8].

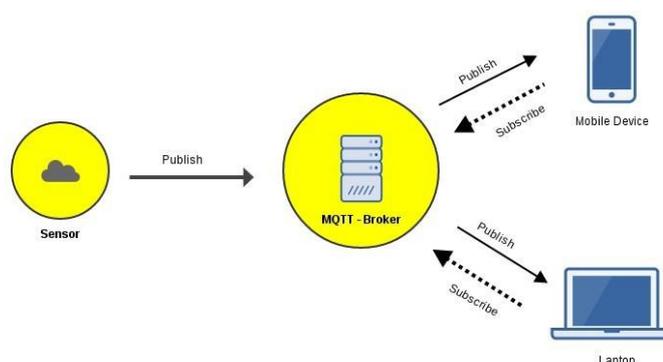
Pada penelitian ini, rancang bangun sistem monitoring sampel berat ayam akan berfokus pada penggunaan sistem, pengaplikasian serta menganalisis kualitas layanan atau *Quality of Service* (QoS) dari data yang dikirimkan ke alat. QoS sendiri ini memiliki beberapa parameter yaitu *delay*, *jitter*, *throughput*, *packet loss*, dan lain-lainnya yang setiap parameternya akan dianalisis kualitas layanannya. Perangkat monitoring berat ayam ini menggunakan sebuah protokol komunikasi MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Sesuai pada judul penelitian ini, penggunaan protokol MQTT tersebut memiliki tujuan untuk mengetahui kualitas layanan berdasarkan parameter-

parameter QoS. Selain menganalisis kualitas layanan dari protokol komunikasi tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memudahkan peternak ayam broiler untuk memantau perkembangan sampel berat ayam setiap harinya bahkan setiap saat. Peternak tidak harus menimbang dengan cara manual di kandang secara terus-menerus yang dapat menyebabkan resiko ayam menjadi stress bahkan berujung kematian sehingga pekerjaan lebih efisien serta dapat meminimalisir kerugian dan kegagalan ternak ayam broiler.

2. METODOLOGI

2.1 *Message Queuing Telemetry Transfer Protocol (MQTT)*

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transfer Protocol*) merupakan protokol komunikasi ringan berbasis publish/subscribe yang dirancang khusus untuk komunikasi antar perangkat berdaya rendah. MQTT bersifat *machine to machine* atau M2M dan bekerja di *layer* ketujuh atau aplikasi dan bersifat *lightweight message*. Meskipun koneksi dalam keadaan terputus, semua pesan yang dikirim akan terjamin oleh protokol MQTT [9]. Gambar 1 menunjukkan konsep dari protocol MQTT



Gambar 1. Konsep MQTT

2.2 Kualitas Layanan

QoS (*Quality of Service*) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwith*, mengatasi *jitter* dan *delay*. QoS merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat suatu layanan jaringan. QoS memiliki parameter-parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas layanan jaringan yaitu *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss*. Berikut ini penjelasan masing-masing parameter nilai QoS [10] :

2.2.1 Delay

Delay adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh suatu proses transmisi dari satu titik ke titik lainnya yang menjadi tujuannya. *Delay* dapat terjadi akibat adanya proses transmisi dari suatu titik awal ke titik lain yang menjadi tujuannya. Adapun rumus untuk menghitung nilai *delay* berdasarkan persamaan (1).

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

Dari rumus diatas, nilai *delay* yang dihasilkan selanjutnya akan dibandingkan dengan tabel indeks delay standar TIPHON [29] sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Kategori *Delay*

Kategori	Besar <i>Delay</i>	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 – 300 ms	3
Sedang	300 – 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

2.2.2 Jitter

Jitter atau variasi kedatangan paket merupakan variasi *delay* (perbedaan selang waktu) antar paket yang terjadi pada jaringan, yang disebabkan oleh panjangnya antrian pada saat pengolahan data yang terjadi pada jaringan. Adapun rumus untuk menentukan nilai *jitter* berdasarkan persamaan (2).

$$Jitter = \frac{Total\ Delay}{Total\ paket\ yang\ diterima-1} \quad (2)$$

Tabel 2. Indeks Kategori *Jitter*

Kategori	Jitter	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 – 75 ms	3
Sedang	75 – 125 ms	2
Jelek	125 – 225 ms	1

2.2.3 Throughput

Throughput merupakan kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Adapun rumus perhitungan untuk menentukan nilai *throughput* berdasarkan persamaan (3).

$$Throughput = \left(\frac{Jumlah\ data\ yang\ dikirim}{Waktu\ pengiriman\ data} \right) \quad (3)$$

Tabel 3. Indeks Kategori *Throughput*

Kategori	Nilai <i>Throughput</i>	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	< 25	1

2.2.4 Packet Loss

Packet loss terjadi akibat adanya *overload* pada trafik didalam jaringan dan adanya *error* yang terjadi pada perangkat fisik. Berikut adalah rumus perhitungan untuk mendapatkan hasil presentase nilai *packet loss* berdasarkan persamaan (4).

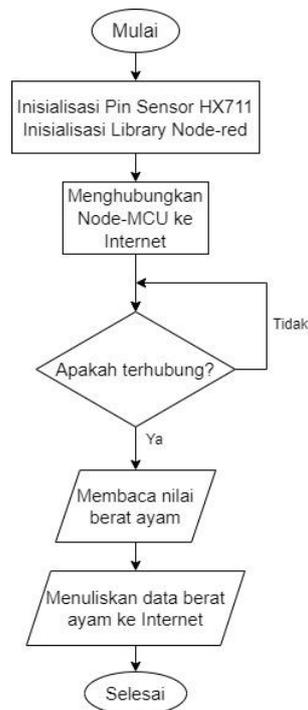
$$Packet\ Loss = \left(\frac{data\ yang\ dikirim - data\ yang\ diterima}{data\ yang\ dikirim} \right) \times 100\ \% \quad (4)$$

Tabel 4. Indeks Kategori *Packet Loss*

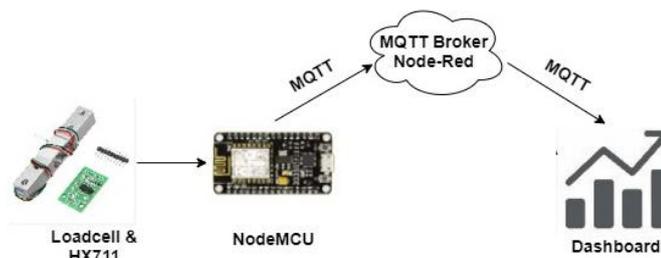
Kategori	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Jelek	25%	1

2.3 Perancangan Sistem

Gambar 2 adalah tahapan dalam perancangan system monitoring berat ayam. Tahap pertama yaitu melakukan perancangan sensor HX711 dengan proses inialisasi pin sensor HX711 dan inialisasi pada sisi *library* Node-red. Kemudian Node MCU tersebut dihubungkan ke jaringan internet via WiFi. Apabila jaringan internet belum terhubung maka proses akan diulang sampai internet terhubung dan apabila sudah terhubung kemudian sensor akan membaca nilai berat ayam yang selanjutnya data berat tersebut dituliskan atau dikirimkan ke internet untuk diolah dan bisa ditampilkan. Sistem monitoring berat ayam secara umum ditunjukkan melalui Gambar 3, kami menggunakan broker mosquito dan node-red untuk menampilkan data berat yang telah diterima. Fungsi dari masing-masing komponen dijelaskan pada Tabel 5.



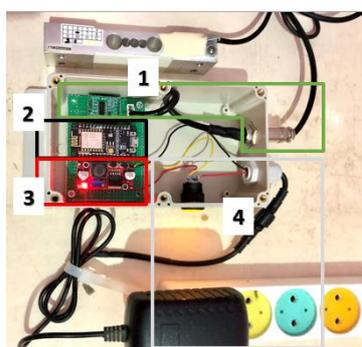
Gambar 2. *Flowchart* Sistem



Gambar 3. Perancangan Sistem

Tabel 5. Indeks Kategori *Packet Loss*

Alat/Bahan	Fungsi
Sensor loadcell	Mendeteksi adanya tekanan dari ayam yang berada diatas perangkat.
Modul HX711	Pembaca nilai berat ayam.
NodeMCU	Pengolah data yang keluarannya akan ditampilkan pada sebuah dashboard.
MQTT Broker	Penghubung transaksi data antara publisher (sensor) dan subscriber (dashboard web).
Node-Red	Penghubung perangkat-perangkat keras, API, dan layanan online untuk dapat menampilkan data pada sebuah web.
Dashboard local server	Menampilkan grafik keluaran nilai berat ayam yang dideteksi.



Gambar 4. Perancangan *Hardware*

Gambar 4 perancangan *hardware* dimana terdapat 3 perangkat yaitu kotak nomor merupakan modul HX711 sebagai input dan juga sebagai pendeteksi berat ayam broiler. Kemudian kotak nomor 2 merupakan NodeMCU yang merupakan perangkat mikrokontroler yang berfungsi untuk memproses data melalui proses *input* dan *output* data. Kotak nomor 3 merupakan *regulator supply* yang berfungsi sebagai pemberi suplai daya listrik pada rangkaian alat, serta kotak nomor 4 merupakan kabel power 12V beserta adaptor yang berfungsi untuk mengalirkan daya listrik ke alat.

2.4 Pengujian Sistem

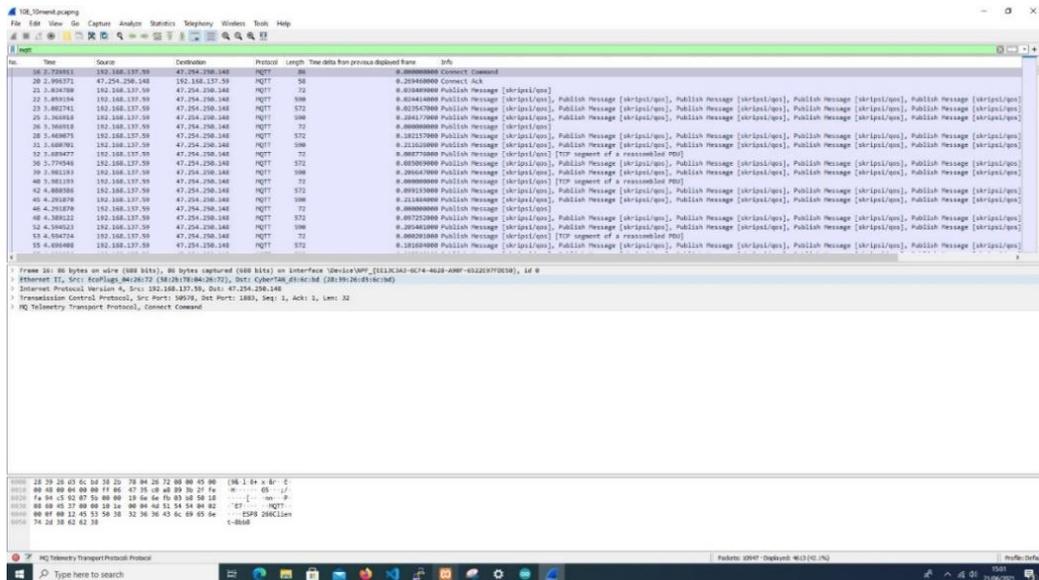
Pada pengujian system kami melakukan 2 skenario pengujian. Pengujian pertama terkait pengujian sensor berat. Kami melakukan perbandingan antara pembacaan sensor loadcell dengan timbangan digital. Pengujian sensor berat dilakukan menggunakan satu buah ayam broiler berumur 30 minggu. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah hasil berat ayam yang terdeteksi oleh sensor *loadcell* telah sesuai dengan alat pembanding yang berupa timbangan digital. Pada pengujian ini dilakukan di sebuah kandang peternakan ayam *broiler* sebanyak 3 kali pada satu ayam yang sama seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pengujian kedua yaitu pengujian kualitas layanan dengan cara pengiriman data dengan ukuran bytesnya adalah 10, 20, 30, 40, dan 50 selama 10 menit. Nilai *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss* didapat dengan mengamati pengiriman data dari sensor berat yang dikirimkan oleh mikrokontroler dengan protokol MQTT ke *cloud server*. Kami menggunakan *wireshark* untuk mengambil data dimana *wireshark* digunakan disisi server. Gambar 7 menunjukkan hasil pengambilan data pada *wireshark*.



Gambar 5. Pengujian Sensor Berat menggunakan Timbangan Digital



Gambar 6. Pengujian Sensor Berat menggunakan Sensor *LoadCell*



Gambar 7. Pengambilan Data menggunakan Wireshark

3. PEMBAHASAN**3.1 Hasil Pengujian Sensor Berat**

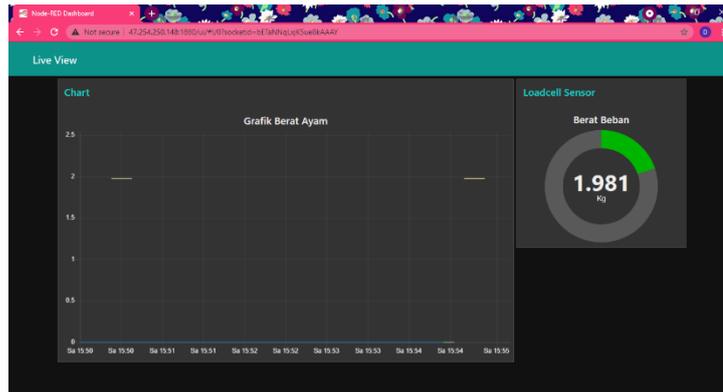
Tabel 6 merupakan perbandingan hasil sensor berat terhadap timbangan digital konvensional yang telah dihitung akurasi.

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Akurasi

No.	Sensor <i>Loadcell</i>	Timbangan Digital	Erorr (%)
1	1.981	1.98	0.05
2	1.977	1.98	0.15
3	1.978	1.98	0.10
4	1.977	1.98	0.15
5	1.977	1.98	0.15
6	1.977	1.98	0.15
7	1.978	1.98	0.10
8	1.977	1.98	0.15
9	1.976	1.98	0.20
10	1.976	1.98	0.20
11	1.977	1.98	0.15
12	1.978	1.98	0.10
13	1.976	1.98	0.20
14	1.977	1.98	0.15
15	1.977	1.98	0.15
16	1.977	1.98	0.15
17	1.975	1.98	0.25
18	1.976	1.98	0.20
19	1.962	1.98	0.92
20	1.977	1.98	0.15
21	1.976	1.98	0.20
22	1.977	1.98	0.15
23	1.98	1.98	0
24	1.977	1.98	0.15
25	1.976	1.98	0.20
26	1.977	1.98	0.15
27	1.971	1.98	0.46
28	1.892	1.98	4.65
29	1.976	1.98	0.20
30	1.977	1.98	0.15
Rata-rata			
	1.97	1.98	0.05%
Jumlah <i>Error</i>			10.03%

<p>Rata-rata Presentase <i>Error</i> :</p> $\frac{\text{Jumlah Error}}{\text{Jumlah Sampel Pengujian}} \times 100\%$	0.30%
--	-------

Pada Tabel 6 dapat dilihat perbandingan data berat ayam broiler pada sensor *loadcell* dan timbangan digital. Dari perhitungan akurasi didapatkan nilai hasil rata-rata *error* sebesar 0.3% . Hal ini dapat diartikan sensor *loadcell* telah membaca data dengan baik karena memiliki keakuratan sebesar 99.7%.



Gambar 8. Hasil Berat Ayam Broiler pada *Dashboard* Node-Red

3.2 Hasil Pengujian Kualitas Layanan

3.2.1 Delay

Tabel 7. Kategori Hasil *Delay*

Ukuran Data (bytes)	Waktu Pengujian (menit)	<i>Delay</i> (ms)	Kategori
10	10	129.544	Sangat Baik
20	10	116.716	Sangat Baik
30	10	111.627	Sangat Baik
40	10	107.101	Sangat Baik
50	10	113.436	Sangat Baik

Dari hasil Tabel 7, menghasilkan besar *delay* yang masih dalam kategori sangat baik karena hasil rata-rata *delay* yang didapatkan dari kelima ukuran data menggunakan protokol MQTT ini menghasilkan rata-rata *delay* kurang dari 150 ms.

3.2.2 Jitter

Tabel 8. Kategori Hasil *Jitter*

Ukuran Data (bytes)	Waktu Pengujian (menit)	<i>Jitter</i> (ms)	Kategori
10	10	-0.052	Sangat Baik
20	10	-0.051	Sangat Baik
30	10	-0.048	Sangat Baik
40	10	-0.047	Sangat Baik
50	10	0.002	Baik

Dari data hasil rata-rata jitter pada Tabel 8 yang didapatkan dari kelima ukuran data menggunakan protokol MQTT ini. pada ukuran data 10-40 bytes termasuk dalam kategori sangat baik karena menghasilkan rata-rata *jitter* kurang dari 0 ms sedangkan pada ukuran data 50 bytes termasuk dalam kategori baik karena didapatkan rata-rata *jitter* diantara 0-75 ms.

3.2.3 Throughput

Tabel 9. Kategori Hasil *Throughput*

Ukuran Data (bytes)	Waktu Pengujian (menit)	<i>Throughput</i> (bps)	Kategori
10	10	29557.172	Sangat Baik
20	10	30161.545	Sangat Baik
30	10	31097.076	Sangat Baik
40	10	31401.873	Sangat Baik
50	10	30371.15	Sangat Baik

Dapat dilihat pada Tabel 9 nilai *throughput* yang dihasilkan pada semua ukuran bytes yakni lebih dari 100 bps sehingga kualitas layanannya masuk dalam kategori sangat baik. Pada QoS jenis *throughput*, semakin tinggi nilai *throughput* maka semakin baik pula kualitas layanannya.

3.2.4 Packet Loss

Dari Tabel 10 dapat dilihat besar presentase *packet loss* pada setiap ukuran data antara 10 – 50 bytes memiliki presentase yang sangat kecil yakni hanya 0.0001% – 0.0008%, sehingga *packet loss* pada pengujian ini termasuk dalam kategori sangat baik.

Tabel 10. Kategori Hasil *Packet Loss*

Ukuran Data (bytes)	Waktu Pengujian (menit)	<i>Packet Loss</i> (%)	Kategori
10	10	0.0008	Sangat Baik
20	10	0.0003	Sangat Baik
30	10	0.0001	Sangat Baik
40	10	0.0001	Sangat Baik
50	10	0.0001	Sangat Baik

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan mengenai analisis kualitas layanan sistem *monitoring* berat ayam broiler dengan menggunakan protokol MQTT, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian pada keakuratan sensor berat memiliki hasil yang sangat baik yaitu saat menimbang beban dengan rata-rata sebesar 1.97 kg memiliki *error rate* hanya sebesar 0.3%. Sehingga nilai keakuratan dari sensor sebesar 99,7.
2. Pada pengiriman menggunakan variasi ukuran data yang berbeda, nilai delay MQTT memiliki rata-rata sebesar 115 ms. Nilai delay tersebut termasuk dalam kategori sangat bagus.

3. Pada pengiriman menggunakan variasi ukuran data yang berbeda, nilai jitter MQTT termasuk dalam kategori sangat bagus
4. Kualitas layanan pada kategori *throughput* memiliki nilai yang sangat baik dengan rata-rata sebesar 30 kbps.
5. Kualitas layanan pada kategori *packet loss* memiliki nilai yang baik dengan rata-rata nilai packet loss sebesar 0,28% .
6. Penggunaan protokol MQTT baik digunakan pada perangkat *monitoring* berat ayam broiler apabila dilihat dari segi kualitas layanannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. U. Muhammad, S. P. Heni, and N. V. M. Ani, "The Performance of Broiler Rearing in System Stage Floor and Double Floor," *J. Ilmu-Ilmu Peternak.*, vol. 24, no. 3, pp. 79–87, 2015.
- [2] Subdirector of Livestock Statistics, Ed., *Peternakan Dalam Angka 2020*. BPS-RI/BPS-Statistics Indonesia, 2020.
- [3] Widyaiswara, "Analisis Performansi Ayam Broiler Pada Kandang Tertutup dan Kandang Terbuka," *J. Peternak. Nusant.*, vol. 5, no. 2, pp. 77–86, 2019.
- [4] H. Setiawan, T. Rohayati, T. Nurhayatin, E. Herawati, and I. Hadist, "Pengaruh jarak pengangkutan terhadap penyusutan dan persentase penyusutan bobot badan ayam kampung Super," *J. Ilmi Peternak.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2019.
- [5] A. N. N. Chamim, "Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal GSM," *J. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 430–439, 2010.
- [6] H. Sukmono, S. Sutikno, and N. K. Wardati, "Prototipe Sistem Otomasi Gerbang Irigasi Dengan Implementasi Mikrokontroler Berbasis IoT," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, pp. 30–40, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3133.
- [7] C. F. Permatasari and H. Dhika, "Optimasi Jalur Transfer Data dari HTTP menjadi MQTT pada IoT menggunakan Cloud Services," *JISA(Jurnal Inform. dan Sains)*, vol. 1, no. 2, pp. 67–72, 2018, doi: 10.31326/jisa.v1i2.446.
- [8] G. Y. Saputra, A. D. Afrizal, F. K. R. Mahfud, F. A. Pribadi, and F. J. Pamungkas, "Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya)," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 2, p. 69, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i2.653.
- [9] S. Andy and B. Rahardjo, "Keamanan Komunikasi Pada Protokol MQTT untuk Perangkat IoT," *Semin. Nas. Tek. Elektro 2016*, no. 10, pp. 176–184, 2016.
- [10] H. Kozačinski and P. Knežević, "Configuration of quality of service parameters in communication networks," *Procedia Eng.*, vol. 69, pp. 655–664, 2014, doi: 10.1016/j.proeng.2014.03.039.