

Analisis *Quality Of Service* Dan Implementasi Sistem Monitoring Menggunakan *Internet Of Things* (IoT) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Dicky Bayu Pratama^{1*)}, Dian Budhi Santoso², Reni Rahmadewi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa, Karawang

^{1,2,3}Jln. HS Ronggo Waluyo, Kabupaten Karawang, Jawa Barat, 41361, Indonesia

email: ¹dicky.bayu18135@student.unsika.ac.id, ²Dian.budhi@ft.unsika.as.id, ³Reni.rahmadewi@staff.unsika.ac.id

Abstract — *The operation of a power plant requires monitoring of parameters related to a generation system such as monitoring current, voltage, power, power factor, frequency, and wind speed. This aims to make it easier to analyze problems that exist in a system that has been created. with the development of real-time monitoring technology, it can be done using IoT (Internet of Things) technology so as to increase work efficiency by utilizing the internet in sophisticated information and communication media. In IoT technology, a good internet connection is also needed so that data can be sent properly and without interference, so it is necessary to know the Quality Of Service which aims to determine the quality of the network, namely delay, throughput, jitter, packet loss. The throughput measurement results observed for 2 minutes which were carried out on sending nodemcu data to firebase and google spreadsheets obtained results of 14, 206, 10, 22 and 18 Kbits/s. The result of packet loss measurement is 0% (Very Good). The measurement results of the delay are 17.28 m/s, 28.90m/s, 189.45m/s, 194.66m/s, and 153m/s. Jitter 0.1ms, 29.3ms, 189.9ms, 188.6m/s, and 153.8ms. The data obtained by the sensor is sent to the firebase realtime database and google spreadsheet according to the value obtained by the sensor.*

Abstrak – Pengoperasian suatu pembangkit listrik diperlukannya monitoring parameter-parameter yang berhubungan dengan suatu sistem pembangkitan seperti monitoring Arus, Tegangan, Daya, Faktor daya, Frekuensi, dan kecepatan angin hal ini bertujuan mempermudah dalam menganalisis permasalahan yang berada pada sebuah sistem yang telah dibuat. dengan berkembangnya teknologi monitoring secara real time dapat dilakukan memakai teknologi IoT (Internet of Things) sehingga meningkatkan efisiensi kerja dengan memanfaatkan internet dalam media informasi dan komunikasi yang canggih. Dalam teknologi IoT juga diperlukannya koneksi internet yang baik agar data dapat terkirim dengan baik dan tidak ada gangguan, maka diperlukannya mengetahui Quality Of Service yang bertujuan untuk menguji kualitas jaringan yaitu delay, throughput, jitter, packet loss. Hasil pengukuran Troughput yang diamati selama 2 menit yang di lakukan pada pengiriman data nodemcu ke firebase dan google spreadsheet didapatkan hasil 14, 206, 10, 22 dan 18 Kbits/s. Hasil pengukuran packet loss didapatkan hasil 0% (Sangat Baik). Hasil pengukuran dari delay 17,28 m/s, 28,90m/s, 189,45m/s, 194,66m/s, dan 153m/s. Jitter 0,1ms, 29,3ms, 189,9ms, 188,6m/s, dan 153,8ms. Data yang didapatkan oleh sensor dikirimkan ke firebase realtime database dan google spreadsheet sesuai dengan nilai yang didapatkan oleh sensor

Kata Kunci – *QoS, IoT, design, PLTB*

I.PENDAHULUAN

Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) merupakan salah satu aplikasi dari EBT, potensi energi angin

yang ada di Indonesia mencapai 9.290 MW dengan kecepatan rata-rata 3-5 m/s, pada tahun 2050 memiliki target sebesar 255 MW dan saat ini hingga tahun 2020 yang terpasang memiliki kapasitas 135 MW yang tersebar di daerah Sidrap sebesar 75 MW dan Janeponto 60 MW [2].

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah energi alternatif yang terbarukan dengan memanfaatkan energi angin menjadi penggerakannya. PLTB ini mempergunakan sistem monitoring berbasis IOT yang ditampilkan pada thingspeak memakai mikrokontroler nodemcu ESP8266 menjadi penyimpanan data dari sensor dan mengirimkan data dengan jaringan internet. Monitoring ini bertujuan untuk memudahkan dalam melakukan pengawasan dan melihat arus, tegangan, dan RPM yang di hasilkan dari penggerak angin pada kincir angin secara real time [1].

Pengoperasian suatu pembangkit listrik diperlukannya monitoring parameter-parameter yang berhubungan dengan suatu sistem pembangkitan seperti monitoring Arus, Tegangan, Daya, Faktor daya, Frekuensi, dan kecepatan angin hal ini bertujuan mempermudah dalam menganalisis permasalahan yang berada pada sebuah sistem yang telah dibuat. Monitoring kadang tidak secara real time sehingga menyulitkan dalam menganalisis apabila terjadi kesalahan pada sistem, dengan berkembangnya teknologi monitoring secara real time dapat dilakukan memakai teknologi IoT (Internet of Things) sehingga meningkatkan efisiensi kerja dengan memanfaatkan internet dalam media informasi dan komunikasi yang canggih.

Diantara dampak dari perkembangan teknologi digital dengan menggunakan internet ialah implementasi teknologi monitoring secara real time dapat dilakukan memakai teknologi IoT (Internet of Things). Pada saat melakukan monitoring yang sifatnya realtime kerap kali terjadi buffering dan delay, hal ini mengakibatkan mutu pengiriman data yang dihasilkan tidak maksimal. Quality of Service (QoS) ialah ukuran sebaik apa jaringan dan cara untuk menetapkan karakteristik dan sifat layanannya. Pada IP, IP QoS merujuk pada kinerja paket IP paket dengan minimal satu jaringan. QoS didesain untuk menunjang pengguna akhir yang semakin produktif dengan memastikan user memperoleh kinerja yang handal dari aplikasi yang menggunakan jaringan wifi [14].

Tujuannya penelitian ini ialah sebagai perancangan sistem monitoring pada mikrokontroler pembangkit listrik tenaga bayu tepatnya bagian sistem Quality of Service (QoS) dari pengiriman nodemcu esp8266 ke Firebase dan Google Spreadsheet. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai

rata-rata delay, troughput, packet loss dan jitter pada sistem LIMA. Pengujian ini memakai aplikasi Wireshark.

*) **penulis korespondensi:** Dicky Bayu Pratama
Email: dicky.bayu18135@student.unsika.ac.id

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

A. Quality Of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) ialah kemampuan jaringan untuk menyajikan layanan yang baik melalui bandwidth, menangani jitter dan Delay. Parameternya QoS ialah latency, jitter, packet loss, troughput, MOS, echo cancellation dan PDD. QoS sangat dipengaruhi dari mutu jaringan yang dipakai. Ada sejumlah faktor yang bisa mengurangi nilai QoS yakni Redaman, Distorsi, dan Noise [4].

Baik buruknya jaringan computer bisa beragam dikarenakan sejumlah permasalahan, demikian juga pada bandwidth, latency dan Jitter, yang bisa memberikan efek yang begitu besar terhadap beragam aplikasi. Contohnya ialah video streaming bisa menjadikan penggunaanya kesal sewaktu paket data aplikasinya berjalan dengan bandwidth yang kurang memadai, dengan latency yang tidak bisa diperkirakan atau Jitternya berlebih. Sejumlah fitur QoS bisa menyelesaikan permasalahan bersangkutan, bisa mengurangi latency dengan melakukan pengendalian transfer data dan pembatasan paket data tertentu, dan Jitter bisa diperkirakan dan diselaraskan dengan kebutuhannya aplikasi yang dipergunakan pada jaringan terkait. Teknologi QoS ini merupakan teknologi yang menjadikan administrator jaringan untuk bisa menghadapi beragam efek dikarenakan macetnya lalu lintas paket dari beragam layanan yakni dengan melakukan pengaturan dan memprioritaskan pada jaringan terkait, hal ini bisa memaksimalkan aplikasi yang kritis atau mempunyai Delay sensitive supaya bisa berjalan seperti seharusnya. Dengan penerapan QoS, jaringan administrator akan mempunyai fleksibilitas yang baik II-2 dalam mengontrol aliran dan hal-hal yang terjadi pada aliran paket jaringannya [4].

1. Parameter QOS

Performansi merujuk pada seberapa cepat dan handalnya dalam menyampaikan beragam jenis beban data pada komunikasi tertentu. Performansi ialah sekumpulan dari beragam parameter teknis [4].

- Delay

Ialah waktu yang diperlukan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuannya. Delay bisa mendapat pengaruh dari jarak, media fisik, kongesti ataupun waktu pemrosesan yang panjang [4].

- Jitter

Hal ini dikarenakan oleh variasi panjang antrian dalam mengolah data dan menghimpun ulang paket di akhir perjalanan jitter. Jitter biasa dinamakan dengan variasi Delay, sangat berkaitan dengan latency, yang menggambarkan ragam variasi Delay dalam transmisi data dalam jaringan. Delay antrian di router dan switch bisa memicu Jitter [4].

- Packet Loss

Sebuah parameter yang melukiskan sebuah keadaan yang memperlihatkan jumlah keseluruhan paket yang hilang, dikarenakan collision dan congestion dalam jaringan dan hal ini mempengaruhi seluruh aplikasi dikarenakan retransmisi akan menurunkan efisiensi jaringan secara menyeluruh walaupun dengan total bandwidth yang memadai bagi aplikasi bersangkutan. Biasanya perangkat jaringan mempunyai buffer untuk mewedahi data yang masuk. Bila ada kongesti yang lama, buffer akan menjadi penuh dan data baru tidak bisa diterima [4].

- Throughput

Ialah kecepatan/rate pengiriman data efektif, yang pengukurannya dalam bps. Throughput ini ialah total data kedatangan paket yang bisa dicermati dalam destination sepanjang waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu terkait [4].

B. WireShark

Dimaknai sebagai aplikasi yang digunakan menjadi tool untuk menganalisa paket data jaringan yang sedang berjalan. Wirehark dinamakan pula dengan network packe analyzer yang fungsinya adalah untuk menampilkan seluruh informasi pada paketnya dengan lengkap serta menangkap berbagai paket yang diterima ataupun dikirimkan [5].

kegunaan dari network packet analyzer adalah untuk mengawasi sejumlah jaringan mulai dari jaringan berkabel ataupun wireless. Dengan terdapatnya wirehark ini admin akan semakin mudah dalam memonitor jaringan data yang tertangkap pada wirehark bisa tersimpan dan dibuka kembali untuk dianalisa [6].

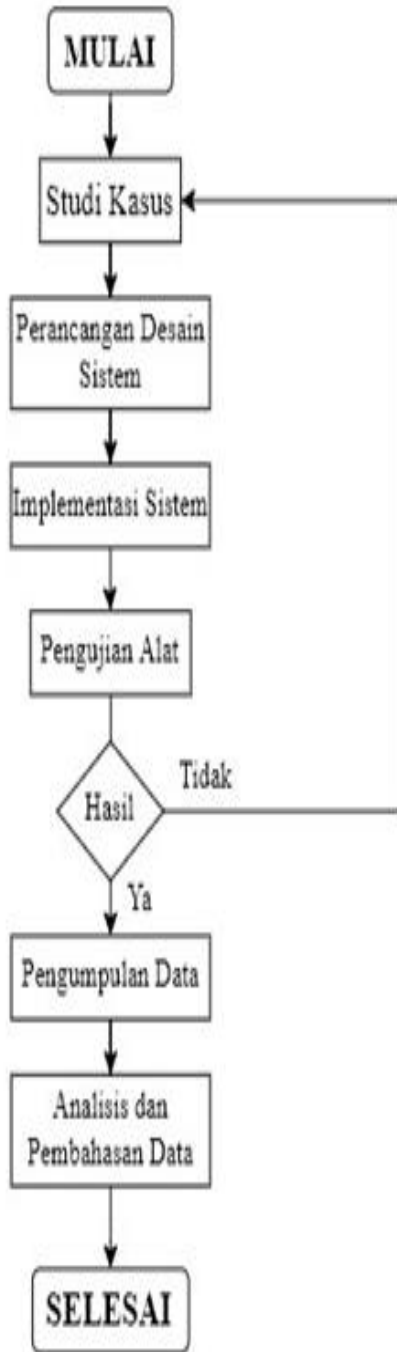
C. NodeMCU ESP-8266

Merupakan chip terpadu yang dirancang sebagai penghubung dengan mikrokontroler dengan internet melalui Wifi. Ia menawarkan solusi jaringan wifi yang lengkap dan mandiri, yang memberikan kesempatan untuk menjadi host maupun sebagai wifi client ESP8266 mempunyai kemampuan mengelola dan menyimpan on board yang kuat, yang memungkinkan untuk disatukan dengan sensor dan aplikasi perangkat khusus lainnya melalui GPIOs dengan pengembangan yang mudah serta waktu tunggu yang sangat minim. Tingkat integrasinya yang besar memungkinkan untuk mengurangi kebutuhan sirkuit eksternal, termasuk modul front end, dibuat untuk mengisi daerah PCB yang begitu minim [7]. Penelitian yang terkait bisa juga berisikan tentang kajian teoritis dan *state of the art*. Menjadi tambahan, kajian teoritis bisa juga dibuat menjadi bagian tersendiri misalnya bagian-bagian lain. Contohnya: " III. FUZZY LOGIC DAN PLC". Penelitian terkait yang akan digunakan menjadi rujukan utama terutama dari jurnal penelitian harus terbit setidaknya 5 tahun kebelakang (kecuali dalam sejumlah penelitian khusus) dari tahun pembuatan artikel sekarang dan diusahakan dari jurnal internasional / nasional yang berdampak.

III. METODE PENELITIAN

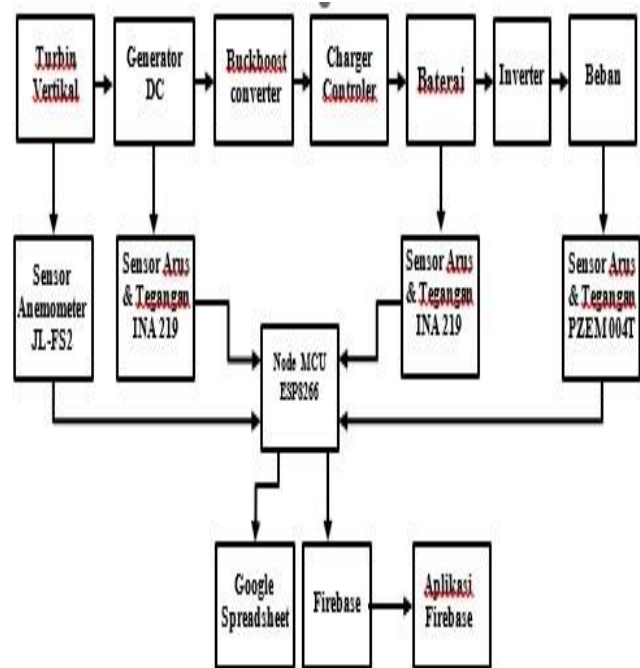
Dalam penelitian ini akan menggunakan metode penelitian dengan melakukan studi literatur dan observasi pada saat pembuatan alat dan menganalisis hasil data yang didapat sesuai dengan hasil yang telah ditentukan. pada proses tersebut, Penelitian ini bahwa hasil Implementasi didapat setelah perancangan sistem selesai dilakukan dan didapat hasil

pengujian. Hasil implementasi ini terdiri dari implementasi terhadap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Implementasi digunakan untuk mengkonfirmasi perancangan yang telah dibuat sehingga sistem dapat bekerja pada saat pengguna memberi masukan atau menjalankan perintah pada sistem.



Gambar 1. Flowchart metode penelitian

A. Perancangan Desain Sistem



Gambar 2. Blok diagram perancangan sistem monitoring level debit air

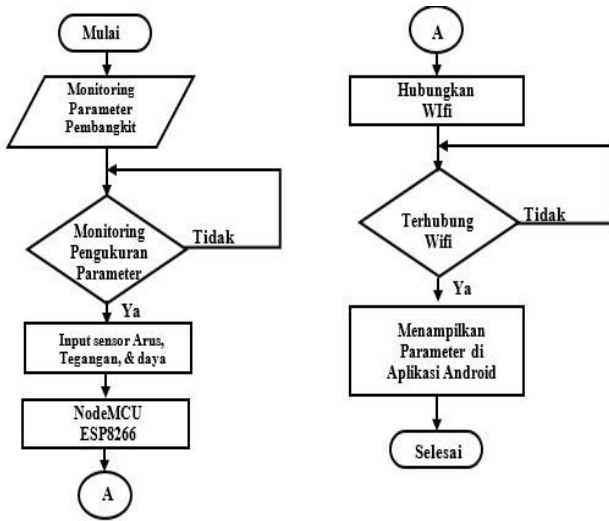
Pada Blok diagram rangkaian ini perancangan panel yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga angin dengan monitoring dengan IoT. Yang pertama yaitu pembangkit listrik tenaga angina dengan kapasitas 500 watt dengan sistem proteksi yaitu menambahkan MCB DC 16 A selanjutnya MCB masuk kedalam buckboost converter untuk dinaikan tegangannya menjadi lebih dari 12V dikarenakan kecepatan angina fluktuatif tidak tetap yang menyebabkan keluaran generator tidak tetap, selanjutnya output dari keluaran buckboost masuk kedalam inputan voltage regulator 15V yang mana tegangan ini digunakan untuk mencharge baterai/aki. Kemudian keluaran dari regulator 15V masuk kedalam inputan SCC yang berfungsi sebagai pengontrol saat pengisian baterai/aki. SCC yang dipakai berjenis PWM yang mana tegangan pengisian diatur ketika level tegangan dari baterai kurang dari 11V dan ketika tegangan 14.4V tegangan pengisian akan dijaga oleh SCC.

Baterai/aki yang digunakan yaitu berjenis VRLA (Valve Regulated Lead Acid) 12V 50AH yang mampu memberikan energy sebesar 600 Wh yang digunakan untuk menyalakan Inverter yang digunakan berjenis Pure Sine Wave/gelombang penuh seperti PLN dengan kapasitas 500 Watt yang nantinya digunakan untuk penerangan jalan. Selanjutnya, untuk Box monitoring yang ada didalam panel digunakan untuk memonitoring parameter seperti tegangan, arus, daya, frekuensi, dan kecepatan angin yang dapat diakses secara realtime yang output hasilnya dapat dilihat di aplikasi dan spreadsheet untuk dilihat perkembangannya.

B. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak ini membutuhkan suatu program untuk menjalankan perintah yang di inginkan. Dalam pembuatan sebuah program untuk memonitoring pembangkit listrik tenaga angin menggunakan Bahasa yang dapat dipahami atau diproses oleh mikrokontroller, Bahasa yang dapat diproses dan dipahami adalah Bahasa C yang di compile oleh software Arduino IDE. Listing program yang digunakan pada arduino yaitu program untuk menjalankan

sensor agar sensor dapat mendeteksi objek tegangan, arus dan daya dan sensor untuk mendeteksi kecepatan angin kemudian data yang didapat akan dikirimkan pada Aplikasi berbasis Android lalu akan ditampilkan pada Smartphone.



Gambar 3. Diagram blok proses pengiriman untuk IoT

C. Perhitungan Throughput

TABEL I
STANDARISASI THROUGHPUT

Kategori Degradasi	Throughput
Buruk	0 – 338 kbps
Kurang Baik	338 – 700 kbps
Cukup	700 – 1200 kbps
Baik	1200 – 2,1 Mbps
Sangat Baik	>2,1 Mbps

Dalam mencari perhitungan throughput dapat menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah data yang diterima}}{\text{waktu pengiriman data}} \dots\dots\dots (II.1)$$

D. Perhitungan Packet Loss

TABEL II
STANDARISASI PACKET LOSS

Kategori Degradasi	Packet Loss
Sangat Bagus	0%
Bagus	3%
Sedang	15%
Buruk	25%

Dalam mencari perhitungan packet loss dapat menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{paket dikirim} - \text{paket diterima})}{\text{Paket dikirim}} \times 100\% \dots\dots\dots (II.2)$$

E. Perhitungan Delay

TABEL III
STANDARISASI DELAY

Kategori Degradasi	Delay
Sangat Bagus	<150ms
Bagus	150 ms s/d 300 ms
Sedang	300 ms s/d 450 ms
Buruk	>450 ms

Dalam mencari perhitungan Delay dapat menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\text{Delay rata-rata} = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket yang diterima}} \dots\dots\dots (II.3)$$

F. Perhitungan Jitter

TABEL IV
STANDARISASI JITTER

Kategori Degradasi	Peak Jitter
Sangat Bagus	0 ms
Bagus	0 ms s/d 75 ms
Sedang	75 ms s/d 125 ms
Buruk	125 ms s/d 225 ms

Dalam mencari perhitungan Jitter dapat menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\text{Jitter} = \frac{(\text{Total variasi delay})}{\text{Total paket yang diterima} - 1} \dots\dots\dots (II.4)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

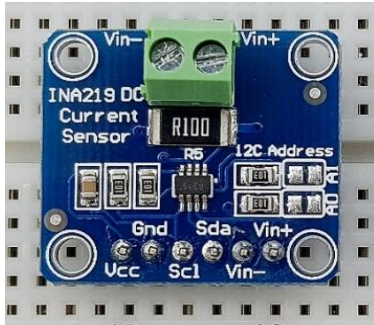
Pembahasan Pengujian Penelitian Pada bagian ini hasil Implementasi didapat setelah perancangan sistem selesai dilakukan dan didapat hasil pengujian. Hasil implementasi ini terdiri dari implementasi terhadap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Implementasi digunakan untuk mengkonfirmasi perancangan yang telah dibuat sehingga sistem dapat bekerja pada saat pengguna memberi masukan atau menjalankan perintah pada sistem.

1. Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

A. Implementasi Pada Sensor INA219

Pada Sensor INA219 yang merupakan sensor yang dapat mengukur tegangan, arus, dan daya direct current/ arus searah. Untuk metode pengujian pada kali ini dengan menggunakan power supply sebagai sumber tegangan dan menambahkan beban berupa resistor untuk mengetahui arus yang dapat diukur oleh sensor. Pengujian sensor diuji dengan memberikan output tegangan power

supply dengan rentang 1,5V, 3V, 5V, 7V, 9V, 11V, 13V, dan 14V batas pengukuran sampai tegangan 14V dikarenakan power supply yang dipakai yaitu 0V-15V dan 1A dan hasil pengukuran dibandingkan dengan indikator yang tertera yang ada di power supply, dan untuk pengujian arus ditambahkan resistor dengan berbagai variasi yaitu untuk rentang 1,5V-7V dengan variasi resistor 15 ohm, 20 ohm, 22 ohm, 33 ohm, dan 39 ohm. Pengukuran rentang 9V-14V dengan variasi resistor 82 ohm, 100 ohm, 120 ohm, 150 ohm, dan 180 ohm.



Gambar 4. Tampilan Sensor INA219

TABEL V
HASIL PENGUKURAN INA219

Tegangan Power Suply (Volt)	Hambatan Resistor (Ohm)	Pengukuran INA219		Pengukuran Arus Power Supply (A)	Pengukuran Daya Power Supply (Watt)	Pengukuran Daya Ina219
		Tegangan (Volt)	Arus (A)			
1,5	15	1,48	0,0871	0,0866	0,13	0,13
	20	1,46	0,0715	0,070	0,1	0,1
	22	1,50	0,0675	0,068	0,1	0,1
	33	1,54	0,0466	0,047	0,07	0,07
	39	1,50	0,0381	0,038	0,057	0,06
	39	1,50	0,0381	0,038	0,057	0,06
3	15	2,87	0,189	0,189	0,56	0,54
	20	2,94	0,1442	0,144	0,43	0,42
	22	2,96	0,1339	0,134	0,4	0,4
	33	2,99	0,0908	0,091	0,27	0,27
	39	2,99	0,0908	0,091	0,27	0,27
5	15	4,73	0,317	0,315	1,57	1,5
	20	4,85	0,2397	0,240	1,2	1,16
	22	4,91	0,2278	0,228	1,14	1,12
	33	5	0,1543	0,154	0,77	0,77
	39	5	0,1285	0,129	0,64	0,64
7	15	6,52	0,446	0,450	3,15	2,91
	20	6,74	0,3398	0,340	2,38	2,29
	22	6,77	0,315	0,320	2,24	2,13
	33	6,94	0,2135	0,214	1,49	1,48
	39	6,99	0,1808	0,181	1,26	1,26
9	82	9,15	0,1138	0,115	1,03	1,04
	100	9,16	0,093	0,095	0,855	0,85
	120	9,2	0,0769	0,077	0,69	0,7
	150	9,2	0,0618	0,062	0,55	0,57
	180	9,29	0,0519	0,053	0,47	0,48
	180	9,29	0,0519	0,053	0,47	0,48
11	82	11,15	0,1404	0,140	1,54	1,57
	100	11,07	0,1132	0,113	1,24	1,25
	120	11,2	0,0948	0,095	1,04	1,06
	150	11,22	0,0752	0,075	0,83	0,84
	180	11,23	0,03	0,064	0,704	0,71
	180	11,23	0,03	0,064	0,704	0,71

13	82	13,28	0,16 73	0,167	2,17	2,22
	100	13,32	0,13 62	0,136	1,77	1,81
	120	13,32	0,11 37	0,114	1,48	1,51
	150	13,31	0,09 13	0,092	1,2	1,22
	180	13,34	0,07 64	0,077	1	1,02
14	82	14,14	0,17 64	0,176	2,46	2,50
	100	14,14	0,14 63	0,146	2,04	2,07
	120	14,18	0,12 21	0,122	1,71	1,73
	150	14,35	0,09 81	0,098	1,37	1,41
	180	14,40	0,08 24	0,083	1,16	1,19

Hasil pengujian pada sensor INA219 yaitu untuk mengetahui seberapa akurat sensor INA219 dapat digunakan sebagai alat pengukur pada sistem pembangkit yang dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan dan mengukur secara langsung dengan parameter yang telah ditetapkan yaitu tegangan, arus, dan daya. Pengujian dilakukan dengan memberikan sumber tegangan yang diberikan power supply yaitu 1,5V, 3V, 5V, 7V, 9V, 11V, 13V, dan 14V dengan menambahkan variasi resistor dengan besar 15ohm, 20ohm, 22ohm, 33ohm, 39ohm untuk rentang tegangan 1,5V, 3V, 5V, 7V. dan variasi resistor antara 82ohm, 100ohm, 120ohm, 150ohm, dan 180ohm untuk rentang tegangan 9V, 11V, 13V, dan 14V. mengapa resistornya berbeda disetiap tegangan karena power supply hanya sanggup sampai 1 ampere pengukuran agar menghindari kerusakan dari power supply maka dipilihlah resistor yang berbeda. Pengukuran menggunakan resistor ini untuk mengetahui arus yang diterima oleh sensor INA219.

Pengujian tegangan sesuai tabel yang didapatkan galat terbesar pada saat pengukuran tegangan 7 V dengan

memberian hambatan resistor sebesar 15ohm dengan galat 6,7% cukup besar galatnya dikarenakan resistor sempit terbakar karena dilalui arus sebesar 0,446 Ampere tersambung dengan kabel jumper yang ukuran kecil sehingga sensor INA219 panas dimana suhu operasionalnya apabila dilihat dari datasheet maksimal 125 0C yang membuat pengukuran oleh sensor errornya cukup besar. Selebihnya untuk rata-rata error dari pengukuran menggunakan INA219 yaitu 1,96% pengukuran sensor ini baik jika suhu kerjanya tidak melebihi datasheet sensor. Dan dilihat dari grafik yang ada pada gambar 4 Pengukuran sensor INA219 dengan power supply hanya berbeda sedikit dari hasil pembacaan di powersupply.

Pengujian arus sesuai tabel di didapatkan galat terbesar 2,1 % pada saat pengukuran pada tegangan 1,5V dengan hambatan sebesar 20ohm didapatkan arus sebesar 0,075 A berbeda dengan hasil pengukuran power supply yaitu sebesar 0,07 A, 9V pada hambatan sebesar 100ohm didapatkan arus sebesar 0,093 A berbeda dengan hasil pengukuran power supply yaitu sebesar 0,095 A , 11V dengan hambatan sebesar 100ohm dengan arus sebesar 0,1132 A berbeda dengan pengukuran power supply yaitu sebesar 0,113A. untuk pengukuran arus pada sensor INA219 didapatkan rata-rata error 0,5%.

Pengujian daya sesuai tabel yang didapatkan galat terbedar yaitu 7,6% yaitu pada tegangan 7V dengan hambatan resistor 15ohm dengan daya yang didapatkan yaitu sebesar 2,91 dan pada pengukuran pada power supply yaitu sebesar 3,1. Untuk menghitung daya pada power supply yaitu dengan mengalikan tegangan dan arus yang didapatkan. Pengukuran error pada daya ini cukup besar dikarenakan sama seperti pada pengukuran tegangan dikarenakan resistor terbakar yang menyebabkan pembacaan sensor kurang akurat. Untuk hasil pengukuran daa pada sensor INA219 didapatkan rata-rata error sebesar 1,68%.

B. Implementasi Sensor PZEM-004T

Implementasi sensorn PZEM 004T V3 yang merupakan sensor yang dapat mengukur tegangan, arus, daya, dan frekuensi Alternating Current. Untuk metode pengujian pada kali ini dengan menggunakan tegangan

dari PLN sebagai sumber tegangan. Pengujian sensor diuji dengan memberikan output tegangan dengan pengujian awal yaitu tanpa beban dan pengujian selanjutnya memakai perangkat elektronik rumah seperti Lampu led 10 watt, solder 20 watt, kipas angina 50 watt, bor listrik 60 watt, dan setrika 320 watt.



Gambar 5. Tampilan Sensor PZEM-004T

TABEL VI
HASIL PENGUKURAN PZEM-004T

Beban	Pengukuran Multimeter				Pengukuran PZEM 004T			
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Frekuensi (Hz)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Frekuensi (Hz)
Tanpa Beban	214,2	0,03	0,30	49,97	214,2	0,03	0,30	50
Lampu	214,2	0,06	10	49,93	214,2	0,08	9,30	49,9
Solder	214,4	0,08	17,15	49,93	214,4	0,1	18,5	50
Kipas	214,8	0,23	49,4	50	215,1	0,23	50,10	50
Bor	215,2	0,32	61,9	49,99	214,2	0,33	59,5	50
Setrika	212,1	1,47	324,5	50	212,1	1,49	315,9	50

Pengujian sensor PZEM 004T V3 dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran yang ada pada sensor dengan multimeter. Pengujian menggunakan sumber tegangan AC dari PLN dan pengukuran dilakukan dengan mengukur ada beban dan tanpa beban. Beban yang dipakai yaitu memakai peralatan elektronik rumah seperti Lampu, kipas angin, solder, bor, dan setrika.

Pada tabel 7 Pengukuran sensor PZEM004T V3 tanpa beban didapatkan hasil dengan tegangan 214,2 V dan pengukuran pada multimeter 214,2 V. Arus 0,03 pada pengukuran multimeter didapatkan arus sebesar 0,03 A. Daya 0,30 Watt pada pengukuran multimeter sebesar 0,30 watt. Frekuensi 49,97 Hz sedangkan pengukuran melalui multimeter yaitu 50 Hz. pada pengukuran tanpa beban didapatkan error sebesar rata-rata sebesar 0%.

Pengukuran dengan beban error yang paling besar pada tegangan yaitu Bor, yaitu untuk tegangan pada PZEM004T V3 yaitu sebesar 214,2 V dan pada pengukuran melalui multimeter yaitu 215,2V didapatkan error sebesar 0,46%. Pengukuran pada arus yang paling besar errornya yaitu menggunakan beban berupa solder, pada pengukuran sensor didapatkan hasil 0,1 A sedangkan pengukuran melalui multimeter yaitu sebesar 0,08 A didapatkan error sebesar 2,5%. Pengukuran pada daya yang paling besar errornya yaitu pada saat mengukur solder dan lampu, pada pengukuran sensor didapatkan daya pada solder didapatkan daya sebesar 18,5 watt sedangkan lampu 9,30 watt dibandingkan dengan pengukuran pada multimeter daya yang terbaca untuk beban solder yaitu 17,15 watt dan lampu 10 watt untuk rata rata error yaitu sebesar 3,75%.

Untuk pengukuran pada frekuensi rata-rata error didapatkan yaitu sebesar 0,04% dengan pengukuran error terbesar pada saat mengukur solder yaitu dengan error 0,14%. Untuk pengukuran sensor didapatkan hasil 49,93 Hz sedangkan pada pengukuran multimeter didapatkan hasil sebesar 50 Hz.

C. Implementasi Sensor Anemometer JL-FS2

Implementasi sensor anemometer yang merupakan sensor yang dapat mengukur kecepatan angin. Pengukuran sensor anemometer ini dilakukan dengan cara meniupkan angin menggunakan kipas angina dengan variasi level yang ada di kipas angin dan langsung membandingkannya dengan anemometer konvensional atau anemometer tangan.



Gambar 6. Tampilan Sensor Anemomete JL-FS2

TABEL VII
HASIL PENGUKURAN JL-FS2

Kecepatan Kipas Angin	Anemometer Tangan (m/s)	Anemometer (m/s)	Galat (%)
1	1,7	1,73	1,76
2	2,0	2,04	2
3	3,4	3,51	3,2
Rata-rata error			2,32

2. Pengujian Perangkat Lunak

A. Implementasi Pengiriman Data Sensor Ke Firebase

Pada bagian ini menerangkan bagaimana cara mengirimkan data sensor yang diolah oleh nodemcu ESP8266 yang mana hal ini digunakan agar sistem data dapat diakses secara IoT. Data yang telah diolah akan dikirim ke Realtime Database Firebase. Berikut ini kode pemrograman dari data sistem.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <FirebaseESP8266.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
PZEM004Tv30 pzem(12, 13);
Adafruit_INA219 INA219_1 (0x40);
Adafruit_INA219 INA219_2 (0x44);

// Harus diisi
#define FIREBASE_HOST "https://limasensortest-default-rtddb.firebaseio.com/"
#define FIREBASE_AUTH "atqbVz8W0HH5eo27efsupqs4RYMVoQhwnJyxMYFq"
#define WIFI_SSID "POCO M3"
#define WIFI_PASSWORD "Jawas123"
//LED
const int ledPin = D8;
```

Pada tampilan kode pemrograman diatas, yang memiliki fungsi sebagai inialisasi dari library pada board nodemcu, Lcd, Firebase, sensor INA219, dan PZEM 004T v3, dan I2C. dan selanjutnya pada pemrograman diatas disitu tertera juga yaitu alamat dari lcd yang manaberalamat pada 0x27, INA219 yang 0x40 dan 0x44. Dan inialisasi dari pin dari PZEM 004T dan led.

Selanjutnya pada baris program paragraph kedua yaitu untuk memberikan nilai yang konstan yaitu pemberian termasuk alamat pengiriman ke Realtime

```
// Koneksi ke Wifi
WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
Serial.print("connecting");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.print(".");
  delay(350);
}
```

Database Firebase, Firebase Auth, SSID hotspot Wi-Fi yang akan digunakan dan bisa diganti ganti sesuai kebutuhan, dan password dari Wi-Fi tersebut.

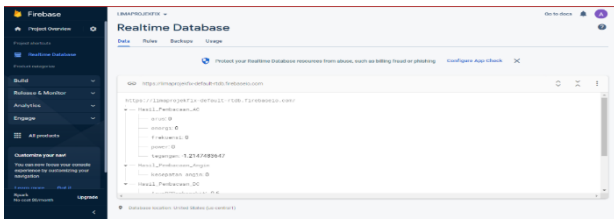
Pada bagian tampilan diatas merupakan bagian pada

```
Serial.println();
Serial.print("Connected with IP: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
Serial.println();
Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
}
```

Void Setup pemrograman yang memiliki fungsi sebagai menghubungkan nodemcu ESP8266 kepada koneksi Wi-Fi yang dipakai agar dapat terhubung. Ketika nodemcu ESP8266 terhubung maka akan terbaca Internet Protocol (IP). Dan selanjutnya nodemcu akan mengirimkan data kepada Realtime Database Firebase sesuai alamat Host dan kode Auth.

```
//memberikan status kecepatan angin ke firebase
// Memberikan status tegangan dan arus kepada firebase ina219
if (Firebase.setFloat(firebaseData, "/Hasil_Pembacaan_DC/TeganganDCPembangkit", tegangan_1))
{
  Serial.println("TeganganDCPembangkit terkirim");
  Serial.println();
} else
{
  Serial.println("TeganganDCPembangkit tidak terkirim");
  Serial.println("Karena: " + firebaseData.errorReason());
}
if (Firebase.setFloat(firebaseData, "/Hasil_Pembacaan_DC/TeganganBaterai", tegangan_2))
{
  Serial.println("Teganganbaterai terkirim");
  Serial.println("Tegangan: " + tegangan_2);
  Serial.println();
} else
{
  Serial.println("Teganganbaterai tidak terkirim");
  Serial.println("Karena: " + firebaseData.errorReason());
}
if (Firebase.setFloat(firebaseData, "/Hasil_Pembacaan_DC/ArusDCPembangkit", arus_1))
{
  Serial.println("ArusDCPembangkit terkirim");
  Serial.println();
} else
{
  Serial.println("ArusDCPembangkit tidak terkirim");
  Serial.println("Karena: " + firebaseData.errorReason());
}
if (Firebase.setFloat(firebaseData, "/Hasil_Pembacaan_DC/Arusbaterai", arus_2))
{
  Serial.println("Arusbaterai terkirim");
  Serial.println();
} else
{
  Serial.println("Arusbaterai tidak terkirim");
  Serial.println("Karena: " + firebaseData.errorReason());
}
if (Firebase.setFloat(firebaseData, "/Hasil_Pembacaan_DC/DayaDCPembangkit", daya_1))
{
  Serial.println("DayaDCPembangkit terkirim");
  Serial.println();
} else
{
  Serial.println("DayaDCPembangkit tidak terkirim");
  Serial.println("Karena: " + firebaseData.errorReason());
}
if (Firebase.setFloat(firebaseData, "/Hasil_Pembacaan_DC/Dayabaterai", daya_2))
{
  Serial.println("Dayabaterai terkirim");
  Serial.println();
} else
{
  Serial.println("Dayabaterai tidak terkirim");
  Serial.println("Karena: " + firebaseData.errorReason());
}
```

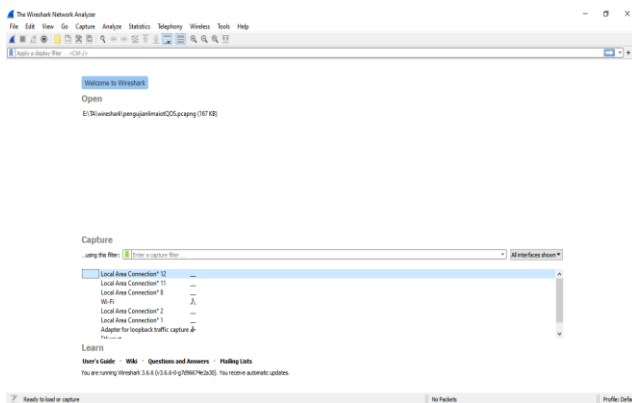
Pada tampilan diatas merupakan bagian dari pemrograman pada void loop untuk Realtime Database Firebase. Sebagai contoh yaitu pengiriman data ketika data hasil pembacaan dari sensor INA219, PZEM 004T, dan Anemometer sudah terbaca pada perintah `firebase.setFloat` yang berarti data akan diambil pada `data` type float yang sudah dinisialisasikan. Dan untuk ketika pada firebase akan sama seperti yang serial monitor tampilkan.



Gambar 7. Tampilan Software Firebase

3. Pengujian Quality Of Service Data Dari NodeMCU ke firebase dan google Spreadsheet

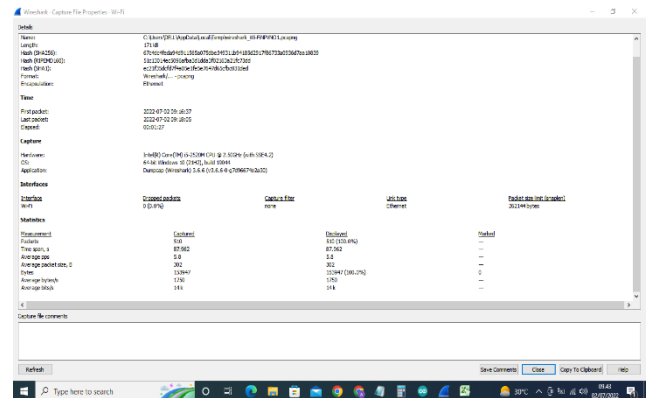
Pengujian ini menjelaskan Quality of Service dari pengiriman nodemcu esp8266 ke Firebase dan Google Spreadsheet. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai rata-rata delay, throughput, packet loss dan jitter pada sistem Monitoring. Pengujian ini memakai aplikasi Wireshark Tahapan yang pertama yaitu menjalankan aplikasi wireshark dengan memilih jaringan apa yang akan dipakai. Pada alat ini jaringan yang dipakai yaitu memakai jaringan Wi-Fi sesuai dengan gambar dibawah ini.



Gambar 8. Tampilan Software Wireshark

Tahapan yang kedua yaitu langsung melihat bagaimanakah proses pengambilan data dari wireshark. Pada

gambar 14 aplikasi wireshark berhasil mencapture data. Setelah itu kita bisa melihat data dapat digunakan dan dianalisis.



Gambar 9. Hasil Pengujian kualitas Jaringan

Dari hasil pengujian itu sehingga data yang diperoleh sebagai berikut:

A. Throughput

Dada area ini dThroughput pengukurannya dilaksanakan dalam waktu satu 2 menit, yang dimulai pada hari Sabtu tanggal 02 Juli 2022. Melalui pengukuran Throughput mempergunakan Wireshark bisa diketahui rasio nilai Rata - rata antara waktu.

TABEL VIII

HASIL PENGUKURAN RATA RATA THROUGHPUT

Tabel tersebut memperlihatkan hasil pengukuran Troughput yang diamati selama 2 menit yang di lakukan pada pengiriman data nodemcu ke firebase dan google spreadsheet didapatkan hasil 14, 206, 10, 22 dan 18 Kbits/s dari hasil yang didapat yang mempengaruhi perbedaan nilai Throughput di karenakan kondisi jaringan yang masuk tidak stabil.

B. Packet Loss

Dalam proses pengukuran Throughput dalam area ini dilaksanakan dalam waktu satu 2 menit, yang dimulai pada hari Sabtu tanggal 02 Juli 2022. Melalui pengukuran Packet Loss mempergunakan Wireshark bisa diketahui rasio nilai Rata - rata antara waktu.

TABEL IX

HASIL PENGUKURAN RATA RATA PACKET LOSS

Tanggal	Rata-rata Packet Loss (%)
02 Juli 2022	0
02 Juli 2022	0

02 Juli 2022	0
02 Juli 2022	0
02 Juli 2022	0

Berdasarkan tabel di atas dan sesuai dengan nilai packet loss sesuai dengan versi TIPHON sebagai standarisasi, pada nodemcu esp8266 untuk kategori degradedasi packet loss sangat bagus apabila 0%, bagus apabila 3%, sedang apabila 15% dan jelek apabila 25%, jadi kategori packet loss dengan persentase loss 0% untuk hasil pengukuran selama 2 menit termasuk dalam degradedasi sangat bagus dikarenakan sebuah parameter yang memberikan gambaran pada sebuah keadaan yang memperlihatkan jumlah total paket loss yang hilang, hal tersebut dikarenakan collision dan congestion dalam jaringan dan dari tabel 9 tersebut terlihat jika untuk packet loss termasuk dalam kategori sangat bagus.

C. Delay

Dalam proses pengukuran Delay pada area ini membutuhkan waktu satu 2 menit, yang dimulai pada hari

Tanggal	Rata-rata Throughput (Kbits/s)
02 Juli 2022	14
02 Juli 2022	206
02 Juli 2022	10
02 Juli 2022	22
02 Juli 2022	18

Sabtu tanggal 02 Juli 2022. Melalui pengukuran Delay menggunakan Wireshark bisa diketahui rasio nilai Rata - rata antara waktu.

TABEL X
HASIL PENGUKURAN RATA RATA DELAY

Tanggal	Rata-rata Delay (ms)
02 Juli 2022	17,28
02 Juli 2022	28,90
02 Juli 2022	189,45
02 Juli 2022	194,66
02 Juli 2022	153,90

Delay bisa mendapatkan pengaruh dari jarak, media fisik ataupun juga proses waktu yang lama dalam jaringan WLAN. Dalam pendapatnya THIPON Joesman:2008, menjadi standarisasi yang dimanfaatkan untuk mengukur

nilai delay, maka besarnya delay bisa dikategorikan menjadi latensi sangat bagus apabila 450 ms. Sehingga didapatkan nilai mean response time delay minimum dan maksimum dealam milise cond (ms), Berdasrkan standarisasi tersebut dalam pengiriman data nodemcu esp8266 ke firebase dan spreadsheet google sangat bagus.

D. Jitter

Merupakan variasi delay yang nilainya dikarenakan pengaruh beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket dalam suatu jaringan. Beban dari trafik dalam suatu jaringan yang semakin besar akan membuat peluang terjadinya tumbukan antara paket dalam jaringannya akan semakin besar dan hal tersebut membuat nilai jitter semakin tinggi, sehingga besarnya jitter bisa dikategorikan menjadi latensi sangat bagus apabila 0 ms, bagus apabila 0 ms – 75 ms, sedang apabila 75 ms – 125 ms dan buruk apabila 125 ms – 225 ms, bisa diketahui rasio nilai rata-rata antara waktu.

TABEL XI
HASIL PENGUKURAN RATA RATA JITTER

Tanggal	Rata-rata Jitter (ms)
02 Juli 2022	0,1
02 Juli 2022	29,3
02 Juli 2022	189.9
02 Juli 2022	188.6
02 Juli 2022	153.8

V.KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan Tugas Akhir, didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Pada pengujian yang sudah dilakukan menilai atau mengukur kualitas pada pengiriman esp8266 ke Firebase dan google Spreadsheet dengan menggunakan metode Quality Of Service untuk mendapatkan nilai throughput, packet loss, delay dan jitter. Hasil pengukuran Troughput yang diamati selama 2 menit yang di lakukan pada pengiriman data nodemcu ke firebase dan google spreadsheet didapatkan hasil 14, 206, 10, 22 dan 18 Kbits/s dari hasil yang didapat yang mempengaruhi perbedaan nilai Throughput di karenakan kondisi jaringan yang masuk tidak stabil, packet loss sesuai dengan versi TIPHON sebagai standarisasi, pada nodemcu esp8266 untuk kategori degradedasi packet loss sangat bagus apabila 0%, bagus apabila 3%, sedang apabila 15% dan jelek apabila 25%, maka kategori packet loss dengan persentase loss 0% untuk hasil pengukuran

selama 2 menit termasuk dalam degradasi sangat bagus dikarenakan sebuah parameter yang menggambarkan sebuah keadaan yang memperlihatkan jumlah total paket loss yang hilang, dapat terjadi dikarenakan collision dan congestion dalam jaringan dan dari tabel 9 tersebut terlihat jika untuk packet loss termasuk dalam kategori sangat bagus, Dalam pendapatnya THIPON Joesman:2008, menjadi standarisasi yang dimanfaatkan untuk mengukur nilai delay, maka besarnya delay bisa dikategorikan menjadi latensi sangat bagus apabila 450 ms. Sehingga didapatkan nilai mean response time delay minimum dan maksimum dealam milise cond (ms), Berdasarkan standarisasi tersebut dalam pengiriman data nodemcu esp8266 ke firebase dan spreadsheet google sangat bagus. dan bisa dikategorikan menjadi latensi sangat bagus apabila 0 ms, bagus apabila 0 ms – 75 ms, sedang apabila 75 ms – 125 ms dan buruk apabila 125 ms – 225 ms. Sistem jaringan merupakan bagian dari sebuah sistem tenaga listrik antara gardu induk, jaringan distribusi primer, gardu distribusi, jaringan distribusi sekunder dan sampai ke pelayanan konsumen.

2. Pada sistem monitoring yang sudah dibuat memiliki fungsionalitas yang sudah sesuai dengan yang diharapkan yaitu sistem ini sesuai dan telah memenuhi hasil yang diharapkan. hasil tegangan yang didapat ke Firebase sedangkan sensor Anemometer digunakan untuk mendeteksi kecepatan angin lalu data yang dihasilkan akan ditampilkan melalui LCD perantara NodeMcu esp8266 dengan mengirimkan data hasil tegangan yang didapat ke Firebase. selain itu data yang dihasilkan oleh sensor juga akan dilaporkan ke aplikasi yang dapat memonitoring hasil data yang telah didapat menggunakan Smartphone yang terhubung dengan jaringan internet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada berbagai pihak yang sudah banyak membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pembuatan jurnal ini. Tidak lupa penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada kedua orang tua yang sudah memberikan kasih sayangnya sampai dengan saat ini. Semoga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif Rahman Abdillah, D. A. (2021). Sistem Monitoring Arus, Tegangan dan RPM Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Portabel Berbasis Internet Of Things (IOT). *Jurnal Energy Vol. 11 No. 2 Edisi Nopember 2021*, 1.
- [2] H. Muhammad Rizal Fachri, "ANALISA POTENSI ENERGI ANGIN DENGAN DISTRIBUSI WEIBULL UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) BANDA ACEH," *CIRCUIT*, vol. 1, no. 1, pp. 1-8, 2017.
- [3] A. J. Kuswinta, I. G. putu and I. W. Agus, "Implementasi IoT Cerdas Berbasis Inference Fuzzy Tsukamoto Pada Pemantauan Kadar pH Dan Ketinggian Air Dalam Akuaponik," vol. 3, p. 2, 2019.
- [4] Jonathan, Pradana, Antony. "Network Traffic Management, Quality of Service (Qos), Congestion Control dan Frame Relay", QOS. Hlm. 12-24, 2011.
- [5] Sudiarjo, Slamet. "Pengukuran Parameter Kualitas Layanan (Qos) Trafik Video Streaming pada Jaringan IP berbasis Switch layer 2", Video Streaming. Hlm. 4-27, 2010.
- [6] Wang, C., Daneshmand, M., Dohler, M., Mao, X., Hu, R. Q., & Wang, H. (2013). Guest Editorial -Special issue on internet of things (IoT): Architecture, protocols and services. *IEEE Sensors Journal*, 13(10).
- [7] Kurniawan, A. (2012). Network forensics : panduan analisis dan investigasi paket data jaringan menggunakan Wireshark. Andi Offset.
- [8] Adriant et al, F. (2015). Implementasi Wireshark Untuk Penyadapan (Sniffing) Paket Data Jaringan. Seminar Nasional Cendekiawan 2015.
- [9] A. Marvin, "Sistem keamanan ruman berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Raspberry Pi," p. 2, 2017.
- [10] Rahmatia Karim, S. S. (2016). PENTINGNYA PENGGUNAAN JARINGAN WI-FI DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN INFORMASI PEMUSTAKA PADA KANTOR PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN DAERAH KOTA TIDORE KEPULAUAN. *e-journal "Acta Diurna" Volume V. No.2. Tahun 2016*, 1-7.
- [11] Faried Effendy, B. N. (2016). Sistem Monitoring Online untuk Perusahaan Multi Cabang. *Jurnal ProTekInfo Vol. 3 No. 1 September 2016*, 55-57.
- [12] Ilham, M. (2017). Pengenalan Google Firebase Untuk Hybrid Mobile Apps Berbasis Cordova. *Jurnal IT CIDA Vol. 3 No. 1 Juni 2017*, 16-19.
- [13] Noveri Lysbetti Marpaung, E. E. (2012). Data Logger Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan PC sebagai Tampilan . *JURNAL ILMIAH ELITE ELEKTRO, VOL. 3, NO. 1, MARET 2012*, 37-42.