

PERANCANGAN DAN ANALISIS PURWARUPA UNTUK SISTEM PEMANTAUAN FIBER OPTIK DENGAN POWER METER OPTIK BERBASIS ESP8266

DESIGN AND ANALYSIS PROTOTYPE FOR FIBER OPTIC MONITORING SYSTEM WITH OPTICAL POWER METER BASED ON ESP8266

Aulia Nugraha¹, Ir. Akhmad Hambali, M.T.², Efri Suhartono S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹nugrahaaulia@student.telkomuniversity.ac.id, ²ahambali@telkomuniversity.ac.id,

³esuhartono@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada saat ini *Optical Power Meter* (OPM) banyak digunakan dalam sistem komunikasi serat optik. OPM adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengukur nilai daya dari suatu sinyal optik yang ditransmisikan. Umumnya OPM digunakan untuk mengetahui kualitas dari sebuah jaringan sistem komunikasi serat optik yang telah dibangun. Oleh karena itu OPM dapat digolongkan sebagai alat yang penting dalam sistem komunikasi serat optik. Namun, OPM memiliki beberapa kelemahan. Selain termasuk kedalam alat yang mahal, OPM juga tidak dapat menampilkan hasil pengukuran pada *platform*/perangkat lain. Dari kelemahan tersebut maka dikembangkan suatu alat yang lebih efisien, lebih terjangkau dan dapat dibuat sendiri, serta memiliki kemampuan sistem monitoring terhadap hasil pengukuran sinyal optik yang kemudian ditransmisikan melalui jaringan *Internet of Things* (IoT). Sistem pengukuran OPM memanfaatkan modul *Small Form-Factor Pluggable* (SFP) yang diintegrasikan dengan *nodeMCU* ESP8266. Setelah dilakukan implementasi dan analisis didapatkan kesimpulan akurasi sensor *photodetector* dengan nilai 99%, dengan sistem bekerja pada kondisi LOS mencapai 120m dan kondisi NLOS mencapai 40m. Aplikasi dan pengujian ini dilakukan dengan QoS pada level 0 mendapatkan delay rata-rata dari *broker* menuju subscriber sebesar 17ms dan throughput sebesar 63Bytes/s. Selain itu *broker* masih bekerja dengan baik setelah menjalani pengujian ketahanan selama 30 hari.

Kata Kunci : OPM, Monitoring, SFP, *nodeMCU* ESP8266, MQTT.

Abstract

At present *Optical Power Meter* (OPM) is widely used in fiber optic communication system. OPM is a device to measure the power value of a transmitted optical signal. Generally OPM is used to determine the quality of a network of fiber optic communication systems that have been built. Therefore, OPM can be classified as an important tool in fiber optic communication system. However, OPM has several weaknesses. In addition to being an expensive tools, OPM also can't display the measurement results on other platforms/devices. From these weaknesses, developed a more efficient, more affordable and self-made tool, and has the ability to monitor the results of optical signal measurements then transmitted through the network of *Internet of Things* (IoT). The OPM measurement system utilizes the *Small-form Factor Pluggable* (SFP) module that is integrated with the ESP8266 *nodeMCU*. After the implementation and analysis, got the conclusion of *photodetector* sensor accuracy with 99% value, with system working on condition of LOS reach 120m and NLOS condition reach 40m. Application and testing is done with QoS at level 0 getting average delay from *broker* to subscriber of 17ms and throughput sebesar 63Bytes/s. In addition *brokers* still work after endurance testing for 30 days.

Keyword : OPM, Monitoring, SFP, *nodeMCU* ESP8266, MQTT.

1. Pendahuluan

Optical Power Meter (OPM) adalah sebuah alat yang tidak asing lagi pada dunia telekomunikasi, terutama pada telekomunikasi serat optik. OPM adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya dari sinyal optik [3]. OPM biasa digunakan untuk mengetes daya rata-rata didalam sebuah sistem komunikasi optik. Harga untuk sebuah OPM dapat digolongkan dalam kategori yang mahal, dikarenakan OPM terdiri dari sebuah sensor *photodiode* yang telah dikalibrasi dan dipilih untuk dapat mencakup panjang gelombang yang diinginkan (850nm – 1550nm). Kemudian OPM juga terdiri dari sebuah penguat dan layar untuk menampilkan hasil pengukuran.

OPM juga memiliki batasan, yaitu hanya bisa menampilkan hasil pengukuran pada layar, tidak dapat menampilkan hasil pada *platform* atau perangkat lain.

Melihat kemajuan teknologi pada masa sekarang ini, khususnya dibidang telekomunikasi telah sampai pada tahap perkembangan komunikasi yaitu *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* adalah sensor dan aktuator yang tertanam dalam objek fisik terhubung melalui jaringan kabel dan nirkabel [1]. *Internet of Things* juga dapat diartikan suatu konsep yang mengkombinasikan komputer dan jaringan untuk monitoring dan mengontrol suatu *devices* [2]. Dengan menerapkan *Internet of Things*, akan memberikan solusi antara lain untuk meningkatkan efisiensi, kemudahan, keamanan dan berbagai aspek lainnya. IoT dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai proses monitoring secara terus menerus (*realtime*).

Dengan dua konsep diatas mengenai *Optical Power Meter* dan *Internet of Things*, penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan antara OPM dan IoT sehingga menjadi suatu perangkat yang lebih efisien, lebih mudah digunakan dan yang terpenting menjadi lebih terjangkau. OPM berbasis IoT ini akan diberi nama *wOPM* (*wirelessOPM*). *wOPM* ini akan terdiri dari sistem *Optical Power Meter* yang terintegrasi mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengiriman data ke server. Perangkat optik yang digunakan adalah *Small-form Factor Pluggable* (SFP). Mikrokontroler yang digunakan adalah *nodeMCU* ditambah modul ESP8266 sebagai modul wi-fi yang kemudian dihubungkan dengan MQTT pada komputer. Dengan memanfaatkan protokol MQTT, data tersebut nantinya dapat dimonitoring di mana saja pada *platform webbase* yang telah dibuat.

Penelitian ini dilakukan atas dasar penelitian sebelumnya yaitu perancangan optik power meter berbasis mikrokontroler ATmega 16 yang kemudian dikirimkan ke android melalui jaringan bluetooth. Penelitian ini juga berdasar pada penelitian yang ada pada web www.hackaday.io/project/21599-optical-power-meter-with-sfp-and-ddm-protocol. Dari tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi sebuah alat yang memiliki fungsi dan kegunaan sama seperti alat *optical power meter* asli baik dari segi keakuratan dan kemudahan digunakan, serta alat ini juga dapat diimplementasikan di laboratorium SKO di Telkom University.

2. Dasar Teori

2.1 *Optical Power Meter*

Power meter optik adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur daya sinyal optik. Power meter terdiri dari beberapa komponen pendukung yaitu FC Connector, sensor cahaya (photodetector), rangkaian analog to digital converter (ADC) dan Liquid Chrystal Display (LCD). Daya sinyal yang diukur dapat bervariasi karena kalibrasi perangkat tergantung pada pengaturan panjang gelombang cahaya yang diukur.

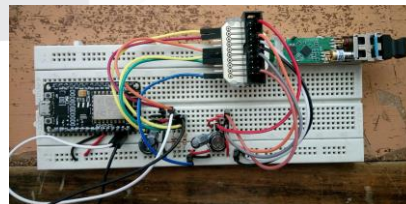
2.2 SFP (*Small Form-Factor Pluggable*) Transceiver

SFP adalah sebuah perangkat atau modul transceiver yang memiliki bentuk kompak dan pluggable (dapat dilepas pasang) pada perangkat telekomunikasi yang digunakan pada aplikasi telekomunikasi dan data. Bentuk dan konfigurasi rangkaian dari SFP telah ditentukan dan diatur oleh Multi-Source Agreement (MSA) dibawah naungan Small Form Factor Committee [4]. SFP berfungsi sebagai perangkat/modul yang mengirim dan menerima sinyal informasi dari media transmisi serat optik.

SFP merupakan pengembangan dari *Gigabit Interface Converter* (GBIC) dan sering disebut mini-GBIC. Istilah GBIC artinya suatu port yang dikhususkan untuk berhubungan dengan jaringan *backbone* dengan bandwidth yang besar. Modul SFP dapat digunakan pada Switch atau media konverter Slot SFP [5]. SFP di desain untuk mendukung standar SONET, Gigabit Ethernet, Fibre Channal dan standar komunikasi lainnya. Dengan desain dan bentuk yang kecil, SFP telah menggantikan *gigabit interface converter* (GBIC).



Gambar 1 *Small Form-Factor Pluggable* (SFP)



Gambar 2 Rangkaian *wOPM*

2.3 ESP8266 dan *NodeMCU*

ESP8266 merupakan modul WiFi terbaru yang sedang hangat dipelajari dan mulai banyak digunakan dalam dunia IoT (*Internet of Thing*). Modul WiFi ini selain harganya yang relative terjangkau, pemrograman yang digunakan juga dapat dikatakan sederhana. ESP8266 merupakan modul WiFi dengan output serial TTL

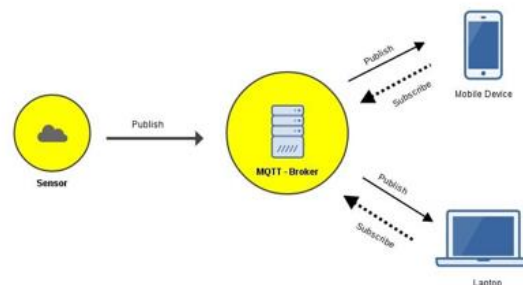
(Transistor – Transistor Logic) dilengkapi dengan GPIO (*General Purpose Input Output*) yang dapat digunakan secara *standalone* (berdiri sendiri) maupun dihubungkan dengan sebuah mikrokontroler sebagai penambah kendali dari sistemnya [6].

NodeMCU merupakan sebuah modul tambahan yang dapat dipasangkan dengan ESP8266 sehingga dapat bekerja secara sendiri tanpa perlu perangkat mikrokontroler tambahan dan GPIO yang terdapat pada WiFi modul ini dapat digunakan sesuai dengan keinginan. *Firmware* yang disediakan oleh *nodeMCU* banyak terdapat di internet sehingga memudahkan pada saat penggunaannya.

2.4 MQTT

MQTT adalah singkatan dari *Message Queuing Telemetry Transport*. MQTT diciptakan pada tahun 1999 oleh Dr Andy Stanford-Clark dari IBM dan Arlen Nipper dari Arcom (sekarang Eurotech). MQTT adalah protokol konektivitas *machine-to-machine* (M2M)/*Internet of Things* (IoT) yang berbasis *open source* (Eclipse) dengan standar terbuka (OASIS) yang dirancang untuk perangkat terbatas dan bandwidth rendah, dengan latency tinggi atau berjalan pada jaringan yang tidak dapat diandalkan [7].

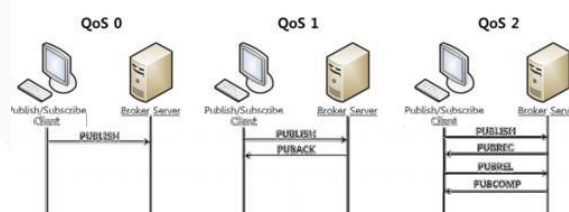
Protokol MQTT menggunakan prinsip *publish subscribe*. Komponen (biasanya sensor) yang menghasilkan info tertentu dan menerbitkan info tersebut disebut *publisher*. *Client* yang tertarik untuk mendapatkan info tertentu mendaftar diri sebagai peminat dari info tertentu, proses ini disebut *subscribe*, *client* yang berminat disebut *subscriber*. Selain *publisher* dan *subscriber* ada juga *broker* yang menjamin subscriber mendapatkan info yang diinginkan dari publisher [9]. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan MQTT arsitektur dari MQTT yaitu [8]:



Gambar 3 Dasar Arsitektur MQTT

2.5 QoS pada MQTT

QoS dapat diartikan sebagai kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik untuk memilih trafik jaringan melalui berbagai jenis teknologi dan salah satunya adalah jaringan 802.11 [11]. Dalam protokol MQTT, untuk memastikan reabilitas dari jaringan MQTT menyediakan 3 level QoS [12].

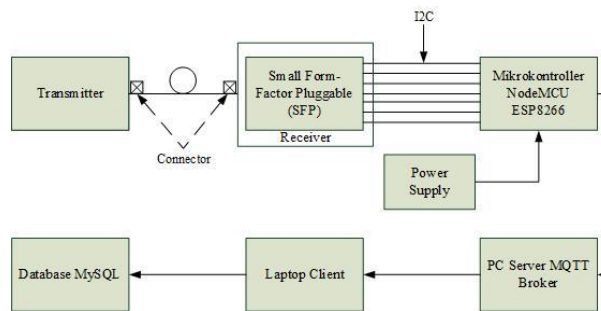


Gambar 4 QoS pada MQTT

QoS level 0 mengirim paket hanya sekali dan *broker* tidak memeriksa apakah paket sampai ke tujuan atau tidak. Sehingga apabila berbicara tentang ukuran paket yang cukup besar, ada kemungkinan bahwa paket akan hilang saat di transmisikan. QoS level 1 mengirim paket paling tidak satu kali, dan *broker* memeriksa status dari paket yang dikirim dengan mengirimkan sebuah paket pemeriksa, PUBACK. Namun apabila PUBACK hilang, maka akan ada kemungkinan *broker* akan mengirimkan paket dua kali karena tidak adanya konfirmasi kalau PUBACK diterima oleh *publisher*. QoS level 2 mengirim paket paling banyak satu kali melalui 4-way *handshake*. Pada level ini hampir tidak mungkin ada paket yang akan hilang, tetapi *end-to-end delay* akan lebih lama karena proses 4-way *handshake* tersebut.

3. Perancangan Sistem dan Skenario Pengujian

3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 5 Diagram Blok Sistem wOPM

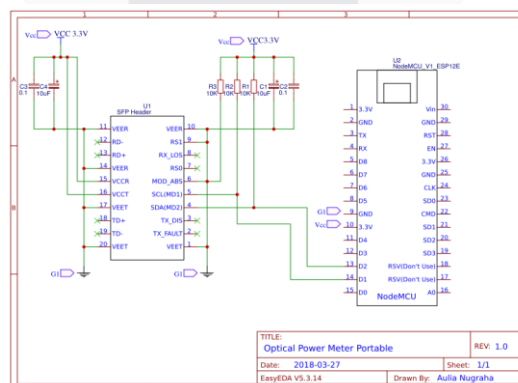
Berdasarkan gambar blok diagram sistem diatas, terdiri dari antara lain blok *transmitter* (*Light Source JOINWIT JW3109*) berfungsi sebagai sumber cahaya yang dibutuhkan untuk memberikan cahaya sebagai sinyal pembawa dalam komunikasi serat optik. Blok *Connector* dan Serat Optik berfungsi untuk menghubungkan antara serat optik dengan suatu perangkat. Konektor yang digunakan antara *transmitter* dengan modul SFP sebagai *receiver* adalah konektor jenis *SC connector* pada bagian *transmitter* dan *LC connector* pada bagian modul SFP sebagai *receiver*. Kemudian kedua konektor tersebut dihubungkan dengan sebuah kabel optik berjenis *singlemode* dengan panjang kabel sepanjang 1m. Blok *Small Form-Factor Pluggable (SFP module)* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *Huawei MXPD-243S 1.25G 10Km* yang berfungsi hanya sebagai *receiver* sinyal cahaya optik pada rangkaian wOPM, yang ditransmisikan dari *light source* yang kemudian di simpan kedalam sebuah EEPROM. SFP tersebut bekerja untuk rentang panjang gelombang 1280nm – 1330nm. SFP *Huawei* ini hanya dapat bekerja dengan catuan daya $\pm 3.3V$ dan memiliki sinyal TTL yang digunakan sebagai indikator deteksi.

Selain ini terdapat juga blok *Microcontroller NodeMCU ESP8266* berfungsi sebagai alat untuk membaca data pada modul SFP dengan menggunakan komunikasi data I2C dan kemudian mengubah bentuk data tersebut sehingga siap untuk dikirimkan ke sebuah MQTT broker melalui sebuah jaringan nirkabel yang dibuat oleh router.

Blok *PC Server MQTT Broker* berfungsi sebagai *middleware* atau perantara dalam pertukaran data antara sistem wOPM dengan *client* yang membutuhkan data. *PC Server MQTT broker* juga berfungsi sebagai tempat mengubah data yang diterima dari *microcontroller NodeMCU* menjadi data berbentuk *websocket* agar data tersebut nantinya dapat ditampilkan ke dalam web wOPM dengan “*tunneling*” dari “*NGROK.com*”. Blok *Laptop Client* berfungsi untuk menampilkan data yang telah dikirimkan dari MQTT Broker melalui internet dalam sebuah *website* wOPM yang telah dibuat sebelumnya untuk menampilkan data. Blok *Database MySQL* berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan data yang telah dikirimkan dan ditampilkan pada web wOPM, sehingga data tersebut kemudian dapat di proses untuk kebutuhan lebih lanjut. *Power supply* berfungsi untuk menghasilkan tegangan 5V DC yang digunakan untuk mencatu *microcontroller*.

3.2 Perancangan Node Sensor

Perancangan rangkaian sensor menggunakan *EasyEDA v.5.1.34* yang tersedia secara online. Untuk tugas akhir ini rangkaian ini akan di satukan dengna menggunakan *project board* yang di hubungkan secara manual dengan menggunakan kabel *jumper*. Komponen yang akan digunakan dalam rangkaian wOPM adalah *nodeMCU ESP8266*, *SFP module*, kapasitor 10uF dan 0.1F serta resistor 10K Ω



Gambar 6 Skematik Rangkaian Node Sensor

3.3 Perancangan MQTT Broker

MQTT broker yang digunakan adalah yang berasal dari *Mosquitto* yang akan di implementasikan pada PC server dengan OS Linux. Kemudian PC server akan berikan IP address yang berasal dari router TP-Link MR3040. Port yang digunakan sebagai jalur pengiriman data pada jaringan MQTT adalah 1883 dan 9001 sebagai port *websocket*. Port *websocket* berguna sebagai jalur pengiriman data dari MQTT broker menuju ke *subscriber/client*.

3.4 Skenario Pengujian

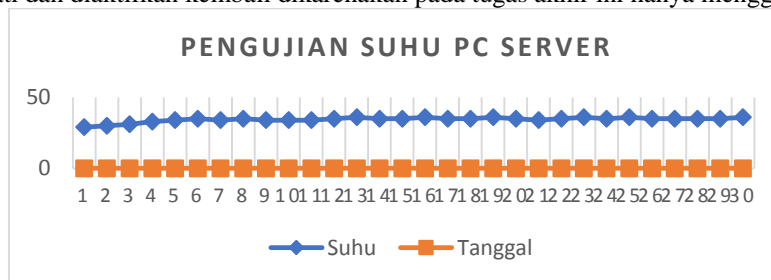
Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui performansi dari purwarupa sistem wireless OPM sebagai opsi dari alat ukur daya dan redaman kabel optik yang ada dipasaran. Pengujian untuk Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa pengujian antara lain:

1. Skenario pengujian ketahanan server dan *web hosting* pada linux OS.
2. Skenario pengujian keakuratan antara pembacaan nilai dari modul SFP dengan perangkat OPM referensi.
3. Skenario pengujian skalabilitas ESP8266.
4. Skenario pengujian QoS pada protokol MQTT.

4. Pembahasan

4.1 Pengujian Ketahanan Server dan Web Hosting pada Linux

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah server *mosquitto* dan protokol MQTT serta hosting gratis dari *ngrok.com* dapat bertahan dalam waktu yang lama tanpa adanya perubahan pengaturan dari port yang diberikan oleh hosting *ngrok.com*. Pengaturan port yang diberikan oleh hosting tersebut akan berubah ketika hosting tersebut mati dan diaktifkan kembali dikarenakan pada tugas akhir ini hanya menggunakan fitur "free".

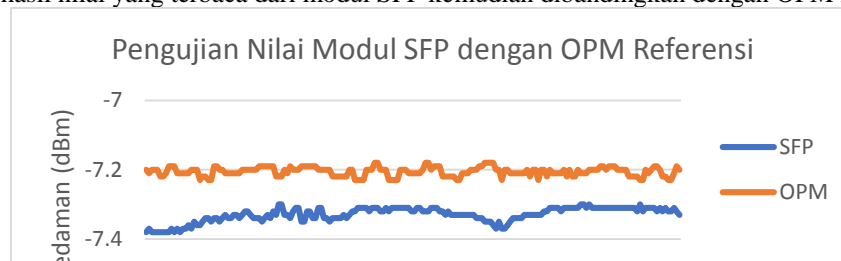


Gambar 7 Grafik suhu PC Server Selama 30 hari

Gambar grafik diatas menunjukkan bahwa suhu PC Server dapat dikatakan dalam kondisi yang stabil. Meskipun terdapat kenaikan suhu akhir menjadi 36°C dari suhu awal 29 °C, hal tersebut masih dapat dianggap normal. Kemudian perubahan suhu yang terjadi pada saat pengukuran dipengaruhi juga oleh suhu ruangan laboratorium. Mengingat PC Server memiliki pembuangan udara dan pendinginan oleh *heatsink* yang baik serta pengujian dilakukan di laboratorium dan ruangnya ber-AC sehingga didapatkan data seperti diatas. Selain suhu pada PC Server, pengujian ini dilihat juga pada ketahanan *web hosting*. Setelah 30 hari, *web hosting* yang disediakan oleh "ngrok.com" masih berstatus "online" hingga hari ke 31. Dari data tersebut dapat dikatakan *web hosting* yang disediakan aman untuk digunakan secara terus menerus tanpa ada masalah "down" walaupun *web hosting* ini adalah *web hosting* "free".

4.2 Pengujian Keakuratan antara Pembacaan Nilai Modul SFP dengan Perangkat OPM Referensi

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat ketelitian/ keakuratan dari pembacaan nilai photodetector pada modul SFP dengan perangkat photodetector pada OPM referensi. Cara pengujian ini adalah dengan melihat hasil nilai yang terbaca dari modul SFP kemudian dibandingkan dengan OPM referensi.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Nilai Modul SFP dengan OPM Referensi

Dari grafik diatas dapat disimpulkan perbedaan antara nilai redaman yang terukur pada modul SFP dengan OPM referensi tidak terlalu jauh, dan kedua nilai terlihat stabil dengan nilai redaman SFP berkisar antara $-7,38 \rightarrow -7,3$ dBm. Sedangkan untuk nilai redaman pada OPM referensi berkisar antara $-7,23 \rightarrow -7,18$ dBm. Untuk selisih kedua pembacaan nilai redaman tersebut dapat diketahui dengan menarik rata-rata dari kedua pembacaan nilai tersebut. Rata-rata nilai redaman yang terukur pada modul SFP adalah $-7,33$ dBm dan untuk OPM referensi adalah $-7,21$ dBm. Terdapat selisih $-0,12$ dBm antara kedua perangkat. Dari data tersebut dapat ditarik kesimpulan keakuratan alat *prototype* yang dibuat sebesar 99%.

4.3 Pengujian Skalabilitas ESP8266

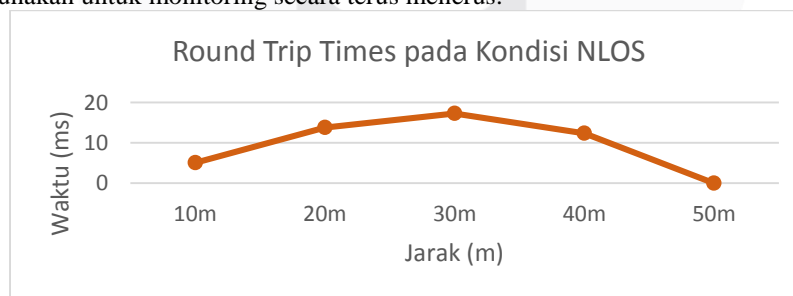
Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui jarak maksimum yang dapat dijangkau oleh perangkat WiFi ESP8266 terhadap suatu jaringan. Pengujian skalabilitas ESP8266 dilakukan dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu pada kondisi NLOS dan LOS. Untuk parameter yang akan digunakan dalam pengujian yaitu *round trip times* dalam satuan *milliseconds*. Data tersebut didapat dengan cara melakukan *ping test* dari *router* TP-Link MR3040 ke modul ESP8266.



Gambar 9 Grafik Round Trip Times pada Kondisi LOS

Berdasarkan gambar gambar 11 diatas, dapat dilihat bahwa jarak jangkauan terjauh untuk ESP8266 dapat berkomunikasi dengan *router* TP-Link MR3040 adalah 120 meter dengan nilai rata-rata *round trip times* adalah 27,1 ms. Untuk jarak lebih dari 120 meter, yaitu 130 meter, *router* tidak berhasil untuk melakukan *ping test* terhadap ESP8266 karena semua paket yang dikirimkan mengalami *loss*. Pada saat pengujian *ping test*, terdapat beberapa anomali terhadap parameter *packet loss* di jarak tertentu.

Dari hasil pengujian skalabilitas ESP8266 dapat dikatatan wajar karena pengujian hanya dilakukan dengan sebuah *router portable* dan sebuah SoC ESP8266 yang mana SoC ini memiliki standar yaitu menggabungkan OSI *layer* 1 dan 2 ke dalam sebuah IC yang berukuran sangat kecil, sehingga performa yang diberikan tidak sebaik modul *transceiver* yang lain yang memiliki kualitas. Tetapi dengan pengujian yang telah dilakukan, telah dapat membuktikan bahwa modul ESP8266 juga dapat digunakan untuk aplikasi pada sistem implementasi OPM *portable* yang digunakan untuk monitoring secara terus menerus.

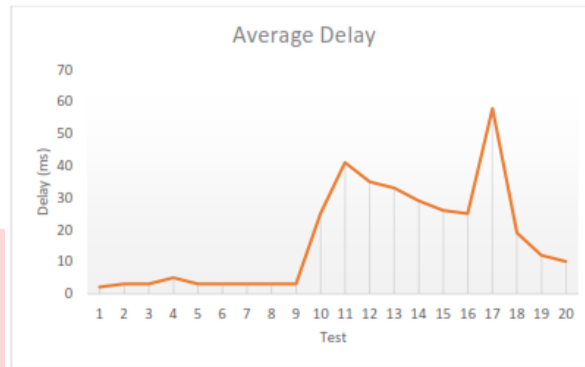


Gambar 10 Grafik Round Trip Times pada Kondisi NLOS

Berdasarkan gambar grafik diatas, dapat dilihat bahwa jarak terjauh yang dapat dijangkau oleh modul ESP8266 untuk dapat berkomunikasi dengan *router* TP-Link MR3040 dalam kondisi NLOS adalah 40 meter dengan nilai *round trip times* sebesar 17,4 ms. Nilai *round trip times* terbesar/terlama berada pada jarak 30 meter. Pada jarak ini telah banyak *obstacle* yang menghalangi ESP8266. Kemudian pada jarak 50 meter, *router* tidak dapat lagi berkomunikasi dengan ESP8266 karena *obstacle* pada jarak ini sangat banyak dibandingkan dengan yang lainnya dan ESP8266 telah berada diluar bangunan Wisma Annafi. Pada jarak ini juga *router* tidak dapat lagi menjangkau ESP8266.

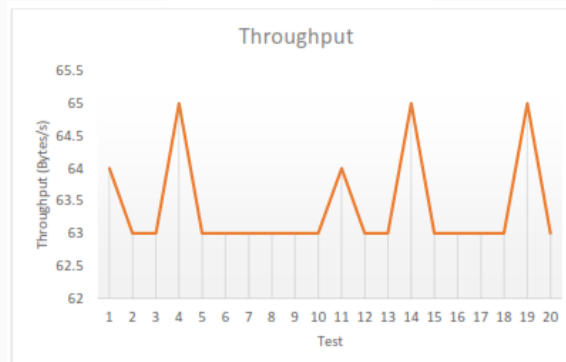
4.4 Pengujian QoS pada Protokol MQTT

Pengujian QoS dari implementasi protokol MQTT yang digunakan sebagai perantara atau komunikasi antar node sensor dan server MQTT *broker* bertujuan agar mengetahui kualitas jaringan yang telah dibuat. Pada pengujian QoS ini dilakukan hanya dengan menggunakan “QoS 0”. Berikut adalah grafik *delay* yang telah didapatkan dengan menggunakan *software wireshark* dan di *capture* pada MQTT *broker* yaitu PC Server Linux OS dan pada *subscriber* yaitu *websocket client*.



Gambar 11 Grafik Rata-Rata Delay yang Terjadi pada “QoS 0”

Dari data grafik diatas, dapat dilihat pada pengujian ke 1 hingga ke 9, nilai *delay* relatif lebih stabil di kisaran 3ms. Namun pada pengujian ke 10 hingga ke 20 terjadi fluktuatif dari nilai *delay* dimana pada saat pengujian ke 17 diperoleh *delay* tertinggi dikisaran nilai 58 ms. Hal tersebut disebabkan akibat pada saat pengujian berlangsung adanya perbedaan antara waktu MQTT *broker* dengan *subscriber*. Dengan melakukan pengujian ini diperoleh rata-rata *delay* dengan menggunakan “QoS 0” adalah 17 ms dengan *payload* yang digunakan pada saat pengujian hanya 4 *bytes*. Kemudian dari pengujian QoS ini didapat juga grafik dari *throughput* yang diperoleh pada pengujian.



Gambar 12 Grafik Throughput yang terjadi pada “QoS 0”

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata *throughput* yang didapat dari pengujian ini sebesar 63 *bytes/s*. Hal ini terjadi karena paket yang dikirimkan pada saat pengujian berlangsung juga bernilai kecil yaitu hanya 4 *bytes* dan sesuai dengan karakteristik yang dimiliki oleh protokol MQTT yang merupakan suatu protokol *lightweight* dan *bandwidth* yang kecil.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan proses perancangan, pengujian, dan analisa dapat disimpulkan bahwa :

1. PC Server Linux OS yang telah dibuat sebagai MQTT *broker* yang dihubungkan dengan *web hosting* “*ngrok.com*” dapat bekerja dengan baik dan tanpa ada kendala setelah dihidupkan selama 30 hari. *Web hosting* (free) yang digunakan juga dapat mempertahankan status “*online*” selama pengujian berlangsung
2. Sensor *photodetector* yang ada didalam modul SFP dapat bekerja dengan baik saat di integrasikan dengan *NodeMCU* dan pembacaan nilai sensor sesuai dengan karakteristik yang terdapat didalam datasheet perangkat yang telah dikeluarkan oleh produsen modul SFP yaitu *Huawei*.
3. Pengujian skalabilitas *NodeMCU* dengan *router* TP-Link MR3040 pada kondisi LOS diperoleh jarak terjauhnya yaitu 40 meter dengan *packet loss* sebesar 50%.
4. Pengujian “QoS 0” pada MQTT menghasilkan *delay* pengiriman paket dari MQTT *broker* ke *subscriber* sebesar 17 ms. Untuk *throughput* sebesar 63 *Bytes/s* dan *packet loss* 0%.

5. Sistem pemantauan redaman kabel optik berbasis *NodeMCU* yang terintegrasi dengan ESP8266 dengan modul SFP dapat bekerja dengan baik. Pada saat pembacaan nilai redaman dari SFP dapat langsung diteruskan ke MQTT *broker* dan *web client*. Ketika tidak ada data yang dikirimkan maka pembacaan di web tidak akan berubah dan tidak menyimpan ke dalam database MySQL.

Daftar Pustaka :

- [1] GSMA Association, "Understanding the Internet of Things (IoT)," Gsma Connect. Living, no. July, p. 15, 2014.
- [2] Knud Lasse Leuth, "Why the Internet of Things is called Internet of Things: Definition, history, disambiguation," Desember 19, 2014. [Online]. Available: IoT Analytics <https://iot-analytics.com/internet-of-things-definition/>. [Diakses 18 April 2018, 01:16:20 WIB]
- [3] "Optical power meter," June 16, 2017. [Online]. Available: Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_power_meter. [Diakses 18 April 2018, 01:15:20 WIB]
- [4] "Small Form-factor Pluggable," 13 April 2018 at 06:49. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Small_form-factor_pluggable_transceiver. [Diakses 28 April 2018 03:25:30 WIB]
- [5] "Koneksi Port SFP antar RouterBoard Mikrotik," [Online]. Available: http://mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=127. [Diakses 18 April 2018 03:28:17 WIB]
- [6] "ESP8266," [Online]. Available : Secure Instruments <http://secureinstruments.blogspot.com/2015/06/esp8266.html>. [Diakses 18 April 2018 02:15:30 WIB]
- [7] HiveMQ, "HiveMQ," MQTT Essentials: Part 1 – Introducing MQTT, [Online]. Available: <http://www.hivemq.com/blog/mqtt-essentials-part-1-introducing-mqtt>. [Diakses 18 April 2018 02:43:01 WIB]
- [8] S. Faiz, "Review IoT Protocol," 8 November 2015. [Online]. Available: <http://faizsatriasyukri.blogspot.co.id/2015/11/review-iot-protocol.html> [Diakses 18 April 2018 02:50:50 WIB]
- [9] HiveMQ, "HiveMQ," MQTT Essentials Part 2: Publish & Subscribe, [Online]. Available: <http://www.hivemq.com/blog/mqtt-essentials-part2-publish-subscribe>. [Diakses 18 April 2018 02:53:23 WIB]
- [10] HiveMQ, "HiveMQ," MQTT Essentials Part 3: Client, Broker and Connection Establishment, [Online]. Available: <http://www.hivemq.com/blog/mqtt-essentials-part-3-client-brokerconnection-establishment>. [Diakses 18 April 2018 02:58:17 WIB]
- [11] "NodeMCU," 9 April 2018 at 11:02. [Online]. Available : <https://en.wikipedia.org/wiki/NodeMCU>. [Diakses 18 April 2018 02:35:50 WIB]
- [12] S. Lee, H. Kim, D.-k. Hong and H. Ju, "Correlation Analysis of MQTT Loss and Delay," in ICOIN, 2013