

PERBANDINGAN KUALITAS LAYANAN KINERJA PERANGKAT JARINGAN TP-LINK WIRELESS N ROUTER DAN GL- INET WIRELESS ROUTER BERBASIS FIRMWARE OPENWRT

Yogi Pratama¹⁾, Rum Mohamad Andri K. Rasyid²⁾

¹⁾ Teknik Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta

²⁾ Sistem Informasi Universitas AMIKOM Yogyakarta

email : yogi.pratama@students.amikom.ac.id¹⁾, andri@amikom.ac.id²⁾

Abstraksi

Perkembangan jaringan internet dan perangkat jaringan saat ini sangat pesat, untuk memenuhi kebutuhan penggunaan internet, perangkat jaringan digunakan sebagai alat pendukung dalam akses layanan dan penyebaran jaringan. Menurut penelitian yang dilakukan dalam analisis perbandingan kinerja antara firmware default dan firmware openwrt [1], kinerja perangkat jaringan tidak hanya ditentukan oleh spesifikasi perangkat keras yang terdapat pada perangkat jaringan, tetapi juga ditentukan oleh firmware dalam perangkat jaringan. Menurut tinjauan literatur dari berbagai sumber bahwa firmware openwrt dapat digunakan sebagai solusi firmware untuk meningkatkan kinerja perangkat jaringan yang memiliki fitur layanan terbatas dan sebagai pembaruan firmware untuk perangkat jaringan yang tidak mendapatkan dukungan pengembangan dari vendor.

Penelitian ini akan dilakukan dengan menganalisis perbandingan kinerja perangkat jaringan Wireless Router Gl iNet yang dibuat untuk firmware openwrt dan sudah menggunakan firmware openwrt dari pabrikan, dengan perangkat jaringan Wireless Router Tp Link yang merupakan jaringan perangkat yang akan mengimplementasikan firmware openwrt. Perancangan dilakukan dengan menggunakan metode pengembangan jaringan PPDIOO Life-Cycle Approach, dan analisis perbandingan kualitas jaringan menggunakan parameter QoS (Quality of Service).

Hasil akhir dari penelitian ini adalah bagaimana implementasi dan bagaimana firmware openwrt berjalan pada perangkat jaringan yang sebenarnya tidak menggunakan firmware asli berdasarkan hasil pengujian parameter jaringan jitter, delay, packet loss, throughput dan kekuatan sinyal pada akses layanan internet.

Kata Kunci :

OpenWrt, Kualitas Layanan, PPDIOO, Pendekatan Siklus Hidup

Abstract

The development of the internet network and network equipment is currently very rapid, to meet the needs of internet usage, network devices are used as supporting tools in service access and network deployment. According to research conducted in a performance comparison analysis between the default firmware and the openwrt firmware [1], the performance of the network device is not only determined by the hardware specifications contained in the network device, but is also determined by the firmware in the network device. according to a literature review from various sources that the openwrt firmware can be used as a firmware solution to improve the performance of network devices that have limited service features and as firmware updates for network devices that do not get development support from vendors.

The research will be conducted by analyzing the comparison of the performance of the Gl iNet Wireless Router network device which was created for the openwrt firmware and already using the openwrt firmware from the manufacturer, with the Tp Link Wireless Router network device, which is a network device that will implement the openwrt firmware. The design is carried out using the PPDIOO Life-Cycle Approach network development method, and a comparative analysis of network quality using QoS (Quality of Service) parameters.

The final result of this research is how to implement and how the openwrt firmware runs on network devices that are not actually using the original firmware based on the results of network parameters jitter, delay, packet loss, throughput and signal strength testing in internet service access.

Keywords :

OpenWrt, Quality of Service, PPDIOO, Life-Cycle Approach

Pendahuluan

Perkembangan jaringan internet dan perangkat jaringan saat ini sangatlah pesat, untuk memenuhi kebutuhan penggunaan internet menjadikan

perangkat jaringan sebagai alat pendukung dalam akses layanan dan penyebaran jaringan. sehingga banyak perusahaan menciptakan berbagai macam perangkat jaringan untuk memenuhi kebutuhan

jaringan internet. Salah satu perangkat jaringan yang digunakan untuk mendukung dalam akses layanan dan penyebaran jaringan yaitu *wireless* router, Dalam penggunaan perangkat jaringan dibutuhkan perangkat jaringan yang memiliki performa dan kinerja dengan baik agar dapat digunakan dengan optimal. Menurut penelitian yang dilakukan Catur Iswahyudi [1], kinerja dari perangkat jaringan tidak hanya ditentukan oleh spesifikasi perangkat keras yang ada didalam perangkat jaringan, tetapi juga ditentukan oleh *firmware* dalam perangkat jaringan tersebut.

Mengingat perkembangan perangkat jaringan yang semakin pesat sehingga berkembang perangkat jaringan GL-inet *wireless* router yang diciptakan dan diperuntukan untuk *firmware* openwrt, dikembangkan oleh GL Technologies (HK) & Microuter Technologies, menurut kajian literatur dari berbagai sumber bahwa *firmware* openwrt dapat digunakan sebagai *firmware solution* dengan tujuan meningkatkan kinerja dari perangkat jaringan yang memiliki keterbatasan fitur layanan dan sebagai *firmware update*.

Tinjauan Pustaka

A. Firmware

Firmware adalah perangkat lunak atau sebagai program yang bersifat tetap, yang tertanam pada unit perangkat keras seperti alat-alat elektronik, alat telekomunikasi dan komponen-komponen komputer. *firmware* yang tertanam pada sebuah perangkat keras dapat diubah tanpa harus mengganti komponen dari perangkat kerasitu sendiri[1].

B. Openwrt

Openwrt adalah distribusi *GNU's Not Unix* (GNU) atau *Linux* untuk perangkat *embedded* atau perangkat tertanam. *OpenWrt* dibangun dari dasar sampai memiliki fitur lengkap, dapat di modifikasi untuk sistem operasi perangkat jaringan *router* [2]. Komponen utama dari *OpenWrt* adalah *kernel linux*, *util-linux*, *uClibc* dan *BussyBox*. *Openwrt* dikonfigurasi menggunakan antarmuka baris perintah *ash shhel*, atau antarmuka *web (LuCi)*[3].

C. GL-iNet Wireless Router

Merupakan perangkat router yang sama pada perangkat router pada umumnya. yaitu menghubungkan jaringan kemudian meroutekan jaringan internet yang akan di kirim kemudian menyebarkan melalui media transmisi kabel maupun *wireless*. GL inet wireless router merupakan perangkat jaringan yang dikhususkan dan dibuat untuk *firmware* openwrt[4].

D. Tp-Link Router Wireless

Adalah peralatan jaringan yang berfungsi menghubungkan jaringan yang berbeda kemudian meroutekan jaringan internet yang akan di kirimkan

kemudian menyebarkan melalui media transmisi kabel atau *wireless* [5].

E. Quality of Service

Merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. *Quality of Servis* memiliki parameter menurut standar TIPHON antara lain [6]:

1. Throughput

adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tertentu.

Kategori *throughput* di perlihatkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Kategori Throughput

Kategori	Throughput	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<50	1

2. Packet Loss

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan, berikut parameter *packet loss*.

Tabel 2. Kategori Packet Loss

Kategori	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Buruk	25	1

3. Delay (Latency)

Merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, congesti atau juga proses yang lama. Pada tabel dibawah ini diperlihatkan kategori dari *delay* dan besaran *delay*.

Tabel 3. Kategori Delay/Latency

Kategori	Delay/Latency (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 - 300	3
Sedang	300 - 450	2
Buruk	>450	1

4. Jitter

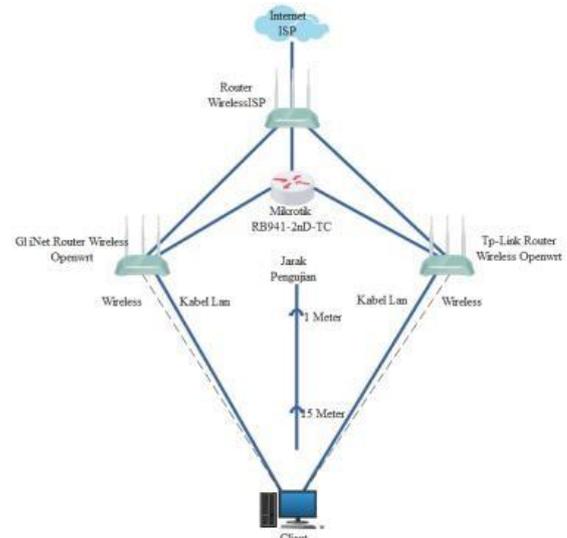
Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulangpaket-paket diakhir perjalanan jitter.

F. Signal Strength

Signal Strength adalah suatu tolak ukur untuk mengetahui baik buruknya suatu kualitas signal, untuk standar kualitas kualitas signal menurut Signal to Noise Ratio (SNR) pada tabel level signal adalah sebagai berikut [7]:

Tabel 4. Kekuatan Sinyal

Kategori	Kekuatan Sinyal (dBm)
Sangat Baik	< -60
Baik	-61 to -70
Cukup	-71 to -80
Sedang	-81 to -90
Buruk	>-90



Gambar 1. Skema Pengujian Perangkat

Tabel 5. Skenario Pengujian Perangkat

Tahap	Perangkat	Kategori	Bandwidth	User	Jarak
1	GL-iNet Openwrt	Wireless	Loss	Tidak Ada	1 Meter dan 15 Meter
	Tp-Link Openwrt	Wireless	Loss	Tidak Ada	1 Meter dan 15 Meter
2	GL-iNet Openwrt	LAN	Loss	Tidak Ada	1 Meter dan 15 Meter
	Tp-Link Openwrt	LAN	Loss	Tidak Ada	1 Meter dan 15 Meter
3	GL-iNet Openwrt	Wireless	Loss	Ada User	1 Meter dan 15 Meter
	Tp-Link Openwrt	Wireless	Loss	Ada User	1 Meter dan 15 Meter
4	GL-iNet Openwrt	LAN	Loss	Ada User	1 Meter dan 15 Meter
	Tp-Link Openwrt	LAN	Loss	Ada User	1 Meter dan 15 Meter
5	GL-iNet Openwrt	Wireless	Manajement	Tidak Ada	1 Meter dan 15 Meter
	Tp-Link Openwrt	Wireless	Manajemen	Tidak Ada	1 Meter dan 15 Meter
6	GL-iNet Openwrt	LAN	Manajemen	Tidak Ada	1 Meter dan 15 Meter
	Tp-Link Openwrt	LAN	Manajemen	Tidak Ada	1 Meter dan 15 Meter
7	GL-iNet Openwrt	Wireless	Manajement	Ada User	1 Meter dan 15 Meter
	Tp-Link Openwrt	Wireless	Manajemen	Ada User	1 Meter dan 15 Meter
8	GL-iNet Openwrt	LAN	Manajemen	Ada User	1 Meter dan 15 Meter
	Tp-Link Openwrt	LAN	Manajemen	Ada User	1 Meter dan 15 Meter

Metode Penelitian

Melakukan analisis kinerja perangkat jaringan gl-inet wireless router dan tp-link wireless router berbasis firmware openwrt dalam sebuah jaringan, menggunakan parameter Quality of Service, penelitian dilakukan secara langsung pada jaringan, menggunakan media transmisi kabel dan menggunakan media transmisi wireless. Untuk mengetahui kualitas layanan jaringan dan kinerja dari kedua perangkat jaringan peneliti menggunakan software tambahan yaitu wireshark, peneliti melakukan pengujian dengan cara streaming vidio youtube dengan kualitas 360p, durasi 15 detik dengan jarak pengujian 1 meter dan 15 meter dan melakukan pengujian di saat jaringan sedang tidak digunakan dan jaringan sedang digunakan dengan 8 user pengguna serta melakukan pengujian disaat bandwidth tidak dimanajement dan disaat bandwidth dimanajement menggunakan metode simple queue dengan perangkat tambahan mikrotik. Berikut tahapan sekenario pengujian yang dilakukan:

A. Alat dan Bahan Penelitian

a. Perangkat Keras (Hardware)

1. Laptop digunakan sebagai administrator, konfigurasi, dokumentasi, pengujian.
2. Mikrotik Routerboard RB941-2nd-TC digunakan sebagai perangkat tambahan untuk memanjement bandwidth.
3. GL-inet GL-MT300N-V2 wireless router merupakan perangkat jaringan yang digunakan untuk menghubungkan dan menyebarkan jaringan internet melalui media transmisi kabel dan nirkabel. Menggunakan firmware openwrt

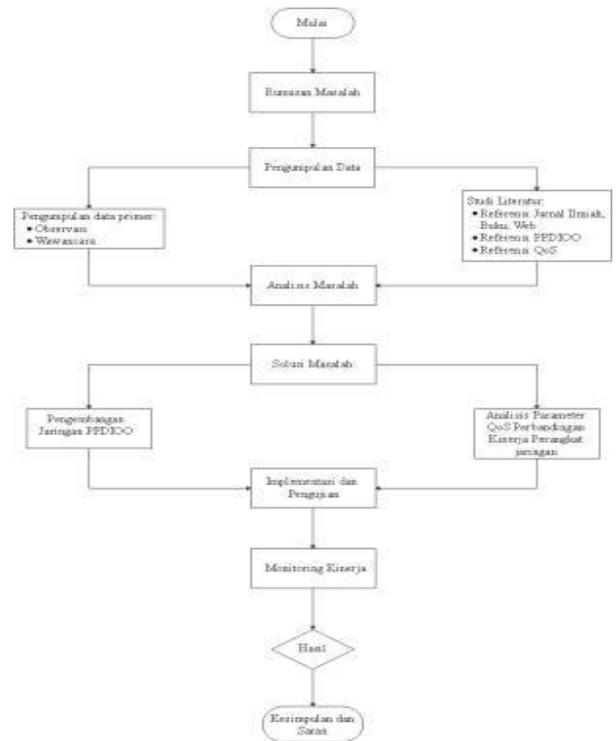
dari pabrikan digunakan sebagai bahan penelitian untuk membandingkan kinerja dari perangkat jaringan Tp-Link Wireless Router

4. Tp-Link TL-MR3420 Wireless Router perangkat jaringan yang digunakan untuk menghubungkan dan menyebarkan jaringan internet melalui media transmisi kabel maupun nirkabel. Tp-link Wireless Router merupakan perangkat jaringan yang akan di implementasikan firmware openwrt dan di bandingkan kinerjanya serta dianalisis dengan perangkat jaringan gl-inet wireless router.
5. Hub TL-SF1008D perangkat yang digunakan untuk menghubungkan dan mendistribusikan jaringan internet melalui sebuah transmisi kabel lan kepada client yang terhubung.
6. Flashdisk untuk menabahkan media penyimpanan pada perangkat jaringan.

b. Perangkat Lunak (Software)

1. Wireshark digunakan untuk menganalisis lalu lintas jaringan dan memantau aktifitas paket data dari jaringan internet.
2. Putty untuk remote access SSH dalam menjalankan dan mengimplementasikan firmware openwrt.
3. Minitool partition sebagai pembagian partisi atau pembagian penyimpanan memori perangkat jaringan.
4. Tftp digunakan sebagai piranti flash firmware openwrt atau sebuah aplikasi yang menjembatani dalam memasukan firmware openwrt kedalam perangkat jaringan yang akan digunakan.
5. Wifi analyzer digunakan sebagai aplikasi untuk mengukur kualitas signal pada pengujian wireless.
6. Winscp aplikasi yang digunakan untuk memindahkan firmware update openwrt ke dalam sistem penyimpanan perangkat jaringan.
7. Winbox aplikasi yang digunakan untuk dan konfigurasi mikrotik router

Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchat Alur Penelitian

Hasil dan Pembahasan
Pembahasan

PPDIOO Life-Cycle Approach adalah sebuah pengembangan jaringan komputer yang di kembangkan oleh cisco. Mendefinisikan siklus hidup layanan yang dibutuhkan untuk pengembangan jaringan komputer atau teknologi terkait, memiliki enam tahapan antara lain[8]:

1. Persiapan (prepare)

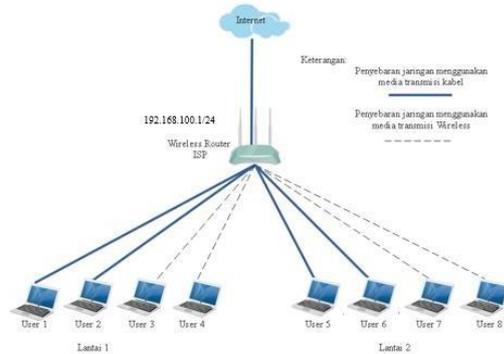
Penentuan karakteristik teknis jaringan yang meliputi karakteristik penggunaan, layanan, perlatan, dan sarana transmisi dilakukan pengamatan secara langsung. Dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Observasi jaringan

No	Nama	Jenis	Keterangan
1	ISP (Internet Service Provider)	XL Home	Penyedia jasa internet
2	Bandwidth	100 Mbps	Kapasitas data internet atau bandwidth yang di sediakan oleh penyedia layanan
3	Router Wireless ISP	Huawei HG8245H5	Perangkat Jaringan yang di sediakan oleh isp
4	Kabel LAN	Kabel UTP	Media Penyebaran akses internet melalui Kabel

No	Nama	Jenis	Keterangan
5	Wireless	Huawei HG8245H5	Media Penyebaran akses internet melalui nirkabel
6	User	Pengguna	Sebanyak 8 orang

Gambar 3. menggambarkan topologi jaringan awal.



Gambar 3. Topologi jaringan awal

2. Perencanaan (*plan*)

Dalam tahapan ini peneliti melakukan analisis masalah dan solusi permasalahan dengan berdasarkan peninjauan, pengamatan, dan observasi secara langsung.

a. Analisis masalah

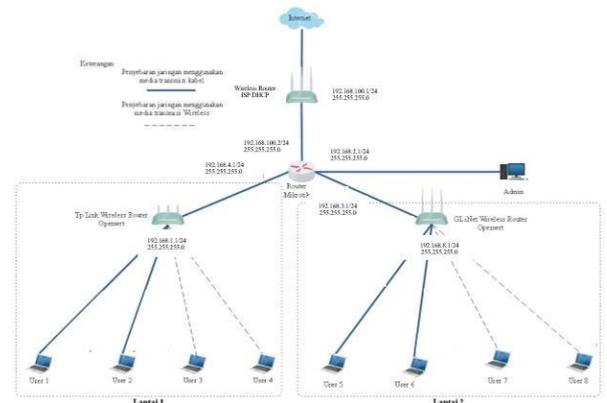
Belum adanya manajemen bandwidth, router wireless hanya ada satu sehingga penggunaan kurang maksimal, topologi jaringan ditemukan bahwa penggunaan layanan jaringan langsung terhubung pada sumber internet.

b. Solusi masalah

Penambahan perangkat jaringan mikrotik untuk manajemen bandwidth, penambahan dua perangkat jaringan berbasis firmware openwrt, desain topologi baru menggunakan topologi tree agar jaringan tersusun dan dapat saling terkoneksi dan terintegritas satu sama lain.

3. Desain (*design*)

Berikut gambar topologi jaringan baru dan penempatan perangkat jaringan serta pengalamatannya.



Gambar 4. Topologi Baru

4. Implementasi (*implement*)

Pada tahap implementasi peneliti melakukan penerapan dan instalasi terhadap apa yang sudah direncanakan dan di desain sesuai dengan kebutuhan perangkat jaringan didalam jaringan. Seperti penerapan topologi, penerapan perangkat didalam jaringan, flashing firmware openwrt, exroot kapasitas memori internal, update firmware openwrt, instalasi netdata monitoring, penambahan perangkat mikrotik untuk manajemen bandwidth dan hak akses layanan.

5. Operasional (*operate*)

Melakukan pemantauan atau monitoring aktifitas perangkat jaringan, kinerja jaringan agar berjalan sesuai yang sudah direncanakan dengan baik dan optimal

6. Optimalisasi (*optimize*)

Dilakukan sebuah manajemen kebijakan dan mengatur hak akses agar jaringan dan perangkat berjalan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan.

Name	Group	Allowed Address	Last Logged In
system default user			
admin	full		Nov/22/2021 23:5
admin1	read		
admin2	write		
api		8728	
api-ssl		8729	none
ftp		21	
ssh		22	
telnet		23	
winbox		8291	
www		80 192.168.2.1	
www-ssl		443	none

Gambar 5. Management Hak Akses

Hasil Pengujian

Berikut hasil pengujian dan analisis perbandingan pada masing-masing perangkat jaringan yang dilakukan sebanyak 32 kali percobaan dengan tahapan pengujian yang sudah di jelaskan pada Gambaran Umum Penelitian.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kualitas Layanan (QoS)

Tahap Pengujian	Pengujian Perangkat	User Pengguna	Bandwidth	Kategori Pengujian	Keterangan	Throughput (bps)	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
1	Gl-Net	Tidak	Loss	Wireless	Jumlah	130,471	0%	31,000	23,943
	Openwrt	Ada			Rata-Rata	65,236	0%	15,500	16,437
	Tp-Link	Tidak			Jumlah	130,703	0%	31,485	33,286
2	Gl-Net	Tidak	Loss	LAN	Jumlah	134,496	0%	30,263	30,937
	Openwrt	Ada			Rata-Rata	67,248	0%	15,132	15,479
	Tp-Link	Tidak			Jumlah	137,510	0%	30,099	30,130
3	Gl-Net	Tidak	Loss	Wireless	Jumlah	190,625	0,07	22,682	23,379
	Openwrt	Ada			Rata-Rata	95,313	0,04	11,341	11,690
	Tp-Link	Tidak			Jumlah	194,007	0,06	21,914	22,036
4	Gl-Net	Tidak	Loss	LAN	Jumlah	186,324	0,08	23,286	23,590
	Openwrt	Ada			Rata-Rata	93,162	0,04	11,643	11,795
	Tp-Link	Tidak			Jumlah	182,358	0	24,114	24,392
5	Gl-Net	Tidak	Simple Queue	Wireless	Jumlah	142,375	0,143	22,131	22,387
	Openwrt	Ada			Rata-Rata	71,188	0,072	11,066	11,194
	Tp-Link	Tidak			Jumlah	141,4	0,377	23,039	23,492
6	Gl-Net	Tidak	Simple Queue	LAN	Jumlah	138,675	0	23,523	23,679
	Openwrt	Ada			Rata-Rata	69,338	0	11,762	11,840
	Tp-Link	Tidak			Jumlah	133,041	0	24,754	24,984
7	Gl-Net	Tidak	Simple Queue	Wireless	Jumlah	192,267	0,07	19,835	20,563
	Openwrt	Ada			Rata-Rata	96,134	0,04	9,918	10,282
	Tp-Link	Tidak			Jumlah	193,290	0,11	17,371	17,942
8	Gl-Net	Tidak	Simple Queue	LAN	Jumlah	194,093	0,067	19,569	19,666
	Openwrt	Ada			Rata-Rata	97,047	0,034	9,785	9,833
	Tp-Link	Tidak			Jumlah	187,934	0	18,601	18,650
Selisih Rata-Rata Perangkat				Wireless	Rata-Rata	0,116	0%	0,243	0,171
				LAN	Rata-Rata	1,507	0%	0,082	0,413
				Wireless	Rata-Rata	0,487	0,117	0,454	0,552
				LAN	Rata-Rata	2,814	0	0,615	0,653

Tabel 8. Hasil Pengujian Kekuatan Sinyal

Pengujian Perangkat	User Pengguna	Bandwidth	Jarak Pengujian (Meter)	Nilai Signal (dBm)	Rata-Rata Signal (dBm)	Selisih Signal (dBm)
Gl-Net	Tidak	Loss	1 Meter	-28	-45	-1
			15 Meter	-61		
			1 Meter	-29		
Tp-Link	Tidak	Loss	15 Meter	-58	-46	-2
			1 Meter	-33		
			15 Meter	-61		
Gl-Net	Ada	Loss	1 Meter	-31	-46	-0
			15 Meter	-60		
			1 Meter	-29		
Tp-Link	Tidak	Simple Queue	15 Meter	-63	-45	-1
			1 Meter	-31		
			15 Meter	-61		
Gl-Net	Ada	Simple Queue	1 Meter	-30	-49	-1
			15 Meter	-69		
			1 Meter	-32		
Tp-Link	Ada	Simple Queue	15 Meter	-65	-49	-1
			1 Meter	-32		
			15 Meter	-65		

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada media transmisi penyebaran jaringan melalui kabel dan wireless menggunakan parameter Quality of Service dengan bantuan tools di bidang jaringan yaitu wireshark dan wifi analyzer dalam pengukuran kekuatan kualitas signal wireless yang di hasilkan. Dengan kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil Pengujian dan kesimpulan dari analisis perbandingan perangkat jaringan yang terhubung menggunakan media wireless:
 - Pengujian throughput menunjukkan bahwa kualitas bandwidth aktual pada perangkat jaringan tp-link openwrt memiliki nilai lebih baik dengan selisih rata-rata 0,458 bps
 - Pengujian Packet loss menunjukkan bahwa jumlah paket data yang yang hilang pada perangkat jaringan gl-inet openwrt lebih baik dengan selisih rata-rata sebesar 0,021 ms.
 - Pengujian delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari

asal ke tujuan, perangkat jaringan tp-link openwrt lebih baik dengan selisih 0,230 ms.

- Pengujian jitter merupakan variasi kedatangan paket data, nilai jitter pada perangkat jaringan tp-link openwrt lebih baik dengan selisih 0,315 ms.
- Pengujian signal strength merupakan pengujian kualitas signal terhadap jaringan wireless, nilai signal strength perangkat jaringan tp-link openwrt lebih baik dengan selisih -1 dBm.

Dari hasil pengujian berdasarkan parameter Quality of Service pada masing masing perangkat yang terhubung dengan jaringan wireless untuk perangkat tp-link openwrt unggul pada nilai throughput, delay, jitter, signal strength dan untuk nilai packet loss unggul pada perangkat jaringan gl-inet.

- Hasil Pengujian dan kesimpulan dari analisis perbandingan perangkat jaringan yang terhubung menggunakan media kabel:
 - Pengujian throughput menunjukkan bahwa kualitas bandwidth aktual pada perangkat jaringan gl-inet openwrt memiliki nilai lebih baik dengan selisih rata-rata 1,593 bps.
 - Pengujian Packet loss menunjukkan bahwa jumlah paket data yang yang hilang padaperangkat jaringan tp-link openwrt lebih baik dengan selisih rata-rata sebesar 0,018 ms.
 - Pengujian delay merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan, perangkat jaringan gl-inet openwrt lebih baik dengan selisih 0,116 ms.
 - Pengujian jitter merupakan variasi kedatangan paket data, nilai jitter pada perangkat jaringan gl-inet openwrt lebih baik dengan selisih 0,033 ms.

Dari hasil pengujian berdasarkan parameter Quality of Servis pada masing masing perangkat jaringan yang terhubung menggunakan jaringan kabel perangkat jaringan gl-inet openwrt unggul pada nilai throughput, delay, jitter, dan untuk nilai packet loss unggul pada perangkat jaringan tp-link. Secara keseluruhan dalam Implementasi penggunaan firmware openwrt pada perangkat jaringan yang berbeda serta fitur tambahan monitoring dan exroot kapasitas memori internal pada perangkat jaringan tp-link wireless router berhasil dan berjalan dengan sangat baik. Implementasi perangkat jaringan openwrt didalam jaringan secara nyata menggunakan metode pengembangan jaringan PPDIIO life-cycle approach berhasil dan berjalan dengan baik sehingga firmware openwrt dapat menjadi firmware solution untuk perangkat jaringan.

Untuk melengkapi penelitian ini, peneliti memberikan saran untuk peneliti berikutnya dapat mengembangkan penelitian ini dengan melakukan pengujian :

1. Fitur-fitur bawaan dan fitur-fitur tambahan lainnya yang ada dan yang sudah disediakan didalam firmware openwrt.
2. Perbandingan pada infrastuktur keamanan jaringan wireless.
3. Pengaruh perbedaan cahanel frekuensi pada jaringan wireless.
4. Gangguan interferensi signal dalam jaringan.

Daftar Pustaka

- [1] I. Catur, "Analisis Perbandingan Kinerja Dan Kualitas Layanan Antara Firmware Default Dan Firmware Openwrt Pada Access Point Tp-Link Mr3020," *J. Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 19–25, 2017.
- [2] R. Kurniawan, "Perancangan Network Attached Storage (NAS Berbasis OpenWrt di PT. Juanda Sawit Lestari Kabupaten Musirawas," *Jusikom J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 2, no. 2, pp. 52–62, 2019.
- [3] D. Simarmata, "Rancang Bangun Konfigurasi Sistem Komunikasi VoIP Berbasis OpenWRT TP-Link MR-3040 dengan Antena Omnidirectional," *BEES Bull. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 26–35, 2020.
- [4] A. R. Supriyono, B. Sugiantoro, and Y. Prayudi, "Eksplorasi Bukti Digital Pada Smart Router Menggunakan Metode Live Forensics," *Infotekmesin*, vol. 10, no. 2, pp. 1–8, 2019, doi: 10.35970/infotekmesin.v10i2.48.
- [5] E. S. H. D. Liow and A. C. Djamen, "ANALISIS DAN PERANCANGAN JARINGAN KOMPUTER DI DINAS KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA KABUPATEN MINAHASA," *Eng. Educ. J.*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [6] R. Wulandari, "ANALISIS QoS (QUALITY OF SERVICE) PADA JARINGAN INTERNET (STUDI KASUS: UPT LOKA UJI TEKNIK PENAMBANGAN JAMPANG KULON – LIPI)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i2.454.
- [7] F. Imansyah *et al.*, "Analisis Simulasi Pengaruh Uji Kuat Sinyal Wifi Dari Bahan-Bahan Obstacle," *J. Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [8] A. Nirwana, M. A. Hasibuan, and U. Y. K. S. Hedyanto, "Perancangan Network Structure Data Center Untuk Meningkatkan Availability Jaringan Di Pemerintah Kabupaten Bandung Menggunakan Standar TIA-942 Dengan Metode PPDIOO Life-cycle Approach," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 5, no. 01, p. 8, 2018, doi: 10.25124/jrsi.v5i01.314.