

# Analisis Perbandingan Variasi Lebar Kanal pada Komunikasi *Point To Point* 2,4 GHz di Daerah Interferensi

Prasojo Sudiyanto<sup>1</sup>, Bongga Arifwidodo<sup>2</sup>, Muntaqo Alfin Amanaf<sup>3</sup>

Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto

JL.D.I Panjaitan 128 Purwokerto Selatan 53116, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia  
14101026@ittelkom-pwt.ac.id, bongga@ittelkom-pwt.ac.id, muntaqo@ittelkom-pwt.ac.id

Abstrak - Saat ini, jaringan wifi terdapat diberbagai tempat seperti toko, kafe, sekolah, rumah-rumah, dan tempat lainnya. Hal ini dapat menimbulkan meningkatnya gangguan pada jaringan wifi *point to point*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh interferensi terhadap parameter *delay*, *throughput*, dan *packetloss* di jaringan wifi *pointtopoint* yang lebar kanalnya divariasikan. Dalam penelitian ini, digunakan perangkat MikroTik SXT 2nDr2 dengan daya tx maksimal sebesar 100mW untuk menghubungkan antara *client* dengan *server*. Perencanaan jaringan dalam *modebridge – stationbridge* dengan jarak sejauh 200 meter dan tinggi 3 meter. Digunakan 10 *accesspoint* untuk simulasi daerah interferensi. Lokasi pengujian dipastikan LOS dan tanpa interferensi. Variasi lebar kanal yang digunakan untuk pengujian akses layanan *video streaming* berkualitas 1080p dan *file sharing* berukuran 100 MB yaitu 5 MHz, 10 MHz, 20 MHz dan 40 MHz. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa interferensi dapat menurunkan persentase CCQ hingga lebih dari 30% yang berimbas kepada penurunan nilai *throughput*. Lebar kanal 10 MHz, 20 MHz, dan 40 MHz dapat memberikan layanan *video streaming* sangat baik dengan hasil *throughput* yang stabil walaupun terdapat interferensi. Hasil *packet loss* terbaik ada pada lebar kanal 40 MHz dengan persentase 0% dan hasil terendah sebesar 1.52% pada lebar kanal 5 MHz.

Kata kunci - *point to point*, lebar kanal, interferensi, kualitas sinyal, *quality of service* (QoS)

Abstract – Currently, there are wifi networks in various places such as shops, cafes, schools, houses, and other places. This can lead to increased interference on the wifi network point-to-point. The purpose of this research is to determine the effect of interference on parameters delay, throughput, and packet loss in point-to-point wifi networks whose wide channels are varied. In this research, used MikroTik SXT 2nDr2 with maximum tx power is 100mW to connect between client with server. Network planning in the bridge mode – station bridge with a distance as far as 200 meters and 3 meters high. 10 access point used for simulation of the interference areas. Location ensured LOS and without interference. The channel width variation used for accessing 1080p streaming video service and 100 MB file sharing is 5 MHz, 10 MHz, 20 MHz and 40 MHz. The results is interference indicate can reduce percentage of CCQ more than 30% which decrease impact in throughput value. 10 MHz, 20 MHz, and 40 MHz channel can provide great video streaming services with stable throughput results despite interference. The best packet loss result at 40 MHz channel width with 0% percent and lowest result of 1.52% at 5 MHz channel width.

Keyword – point to point, channel width, interference, signal quality, quality of service (QoS)

## I. PENDAHULUAN

Pada awalnya untuk terhubung ke jaringan lokal maupun internet membutuhkan media kabel. Media kabel dipilih karena memiliki beberapa kelebihan seperti lebih stabil, tidak mudah terpengaruh gangguan sinyal lain ataupun cuaca, memiliki bandwidth yang besar, serta harga yang lebih murah. Akan tetapi, penggunaan media kabel tidak selalu dapat digunakan dalam berbagai macam situasi. Hal ini dikarenakan media kabel memiliki beberapa kelemahan yaitu fleksibilitas yang kurang, biaya relatif mahal untuk memperluas jaringan, dan proses instalasi yang cukup merepotkan. Untuk mengatasi keterbatasan media kabel tersebut, muncul media alternatif lain yaitu *wireless fidelity* [1].

Wifi memanfaatkan gelombang radio sebagai media transmisinya. Dalam beberapa kasus dimana media kabel tidak dapat menjangkau lokasi yang sulit ataupun terpencil, digunakan arsitektur jaringan wifi yang dikenal

## II. METODE PENELITIAN

Dalam model rancangan penelitian ini akan dilakukan pengukuran sesungguhnya di lokasi yang telah ditentukan

dengan nama *point to point*. Komunikasi *point to point* merupakan suatu arsitektur jaringan *wireless* yang menghubungkan dua titik dimana kondisi transmisi yang dibangun harus dalam keadaan *line of sight* (LOS) [1] [2]. Saat ini wifi sudah banyak disediakan diberbagai lokasi seperti toko, kafe, perkantoran, taman, sekolah, perguruan tinggi, dirumah-rumah, dan masih banyak lagi. Hal ini dapat menimbulkan meningkatnya interferensi yang dapat mempengaruhi komunikasi *point to point*.

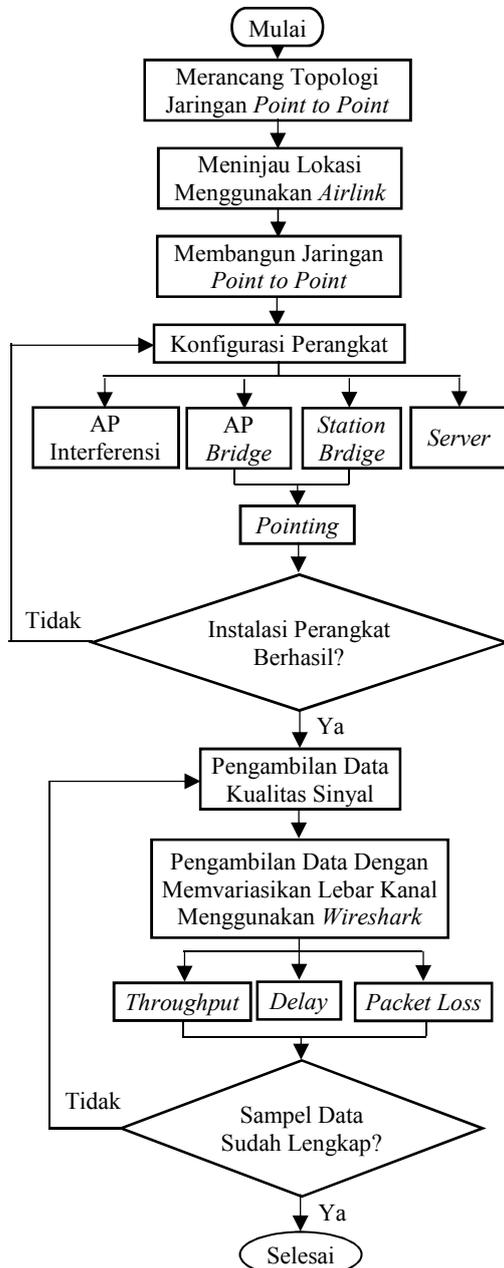
Di beberapa perangkat *access point* terdapat fitur untuk mengubah lebar kanal yang digunakan dengan variasi yang berbeda-beda. Variasi lebar kanal tersebut dapat digunakan untuk meminimalisir interferensi ataupun dapat juga untuk meningkatkan *bandwidth* pada jaringan wifi yang dibangun. Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti bermaksud menganalisis perbandingan variasi lebar kanal ketika berada dilingkungan yang terdapat interferensi.

dengan menerapkan komunikasi jaringan secara *wireless point to point* di band 2,4 GHz. Parameter yang diamati meliputi pengukuran nilai *delay*, *throughput*, dan *packet*

loss pada pada layanan *video streaming* berkualitas 1080p dan *file sharing* berukuran 100 MB serta kualitas sinyal pada jaringan tersebut.

A. Perancangan Jaringan

Terdapat rangkaian proses dalam perancangan jaringan pada penelitian ini yang telah digambarkan dalam diagram alir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart perancangan jaringan point to point

B. Hardware dan Software

Dalam penelitian ini menggunakan 2 unit MikroTik SXT 2nDr2 sebagai perangkat *point to point* yang nantinya untuk menghubungkan antara *client* dengan *server*. Perangkat tersebut memiliki spesifikasi yang sesuai dengan yang dibutuhkan dengan antena *dual* polarisasi

serta lebar kanal yang dapat diubah secara *manual*. Diguakan 10 unit AP *indoor* yang memiliki antena 2 x 5 dBi dan daya maksimum sebesar < 20 dBm. AP tersebut nantinya akan berperan sebagai AP *interferensi* yang akan mengganggu komunikasi dari *linkpoint to point*. Server yang digunakan adalah TP-Link MR3220 dengan *firmwareopenwrt*. Perangkat tersebut dipilih karena *firmware* dapat diubah menjadi *opensource* seperti *openwrt*. *Flashdisk* akan digunakan sebagai media penyimpanan data *file sharing* serta *video streaming* berkualitas 1080p.

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa *software* untuk menunjang proses pengujian. *Software* tersebut meliputi : *wireshark*, *winbox*, *airlink*, dan *VideoLANClient* (VLC). *Wireshark* digunakan untuk pengambilan sampel-sampel data pada jaringan *point to point* yang nantinya digunakan untuk mengumpulkan sampel data pengujian. *Winbox* merupakan aplikasi berbasis GUI (*Graphic User Interface*) yang dikeluarkan oleh *vendor* MikroTik dengan tujuan untuk mempermudah proses konfigurasi pada perangkat MikroTik. *Airlink* digunakan untuk meninjau tempat yang akan dijadikan sebagai lokasi penelitian serta melakukan perkiraan *line of sight* dan jarak antar titik dari komunikasi tersebut. *VideoLAN Client* (VLC) merupakan *software* open source yang digunakan untuk memutar *file video* berkualitas 1080p yang berada di dalam *server*.

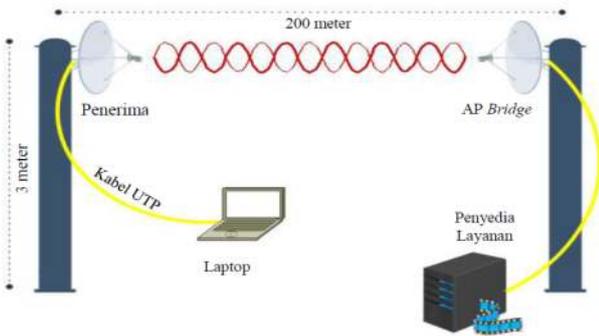
C. Skenario Penelitian

Dalam penelitian ini akan dilakukan 2 buah skenario dengan tujuan untuk mengumpulkan sampel-sampel data yang dibutuhkan meliputi *delay*, *throughput*, *packet loss* serta kualitas sinyal dari *link* yang dibangun. Kedua skenario penelitian tersebut nantinya akan dibandingkan dan dilakukan pengamatan terhadap sampel-sampel data yang diperoleh.

Tabel 1. Perancangan skenario penelitian

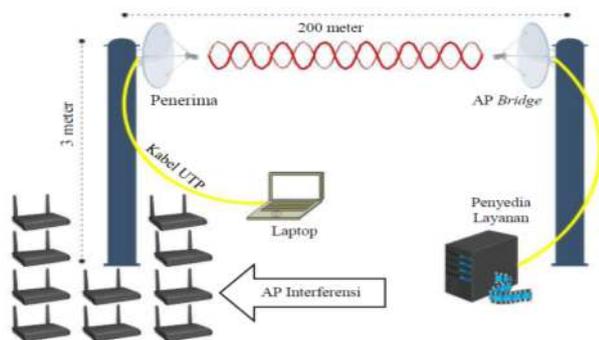
Perlakuan	Skenario 1	Skenario 2
AP Interferensi (unit)	-	10
Lebar kanal <i>node</i>	5 MHz, 10 MHz, 20 MHz, 40 MHz	
Frekuensi	2447 MHz	
Tx power maksimum	100 mW	
Jarak antar titik	200 m	
Jarak penerimadengan AP interferensi	-	3 m
Ketinggian AP <i>bridge</i> dan penerima dari tanah	3 m	
Panjang kabel UTP	5 m	
Ukuran data <i>file</i>	100 MB	
<i>Video</i>	5 menit 1080p	

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa uji coba tersebut dikelompokkan ke dalam 2 buah skenario dimana setiap skenario terdapat perbedaan perlakuan yaitu pada jumlah interferensi yang ada. Dalam penelitian ini perbedaan jumlah AP *interferensi* dalam kedua skenario tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh interferensi terhadap kualitas jaringan *point to point*.



Gambar 2. Skenario ke-1

Pada Gambar 2 merupakan gambaran pengujian pada skenario 1. Perangkat MikroTik SXT 2nDr2 yang dihubungkan secara *wireless point to point* terpisah sejauh 200 meter dengan ketinggian 3 meter di atas permukaan tanah. *Server* dan *client* (laptop) dihubungkan ke perangkat *AP bridge* menggunakan kabel UTP bertujuan untuk menghasilkan koneksi yang cepat dan stabil dengan panjang kabel yang digunakan yaitu sepanjang 5 meter. Pengambilan sampel-sampel data dari skenario pertama dilakukan dengan cara pengunduhan data sebesar 100 MB serta pemutaran *video* berkualitas 1080p dengan durasi selama 5 menit.

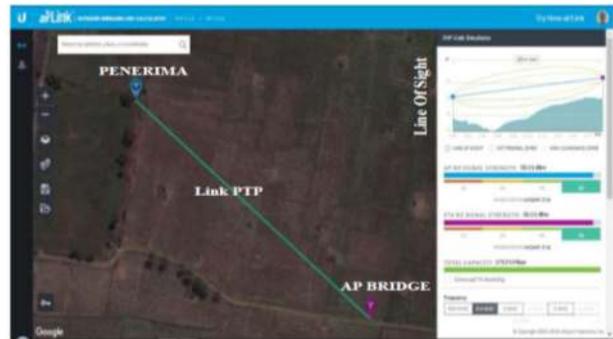


Gambar 3. Skenario ke-2

Topologi jaringan *wireless point to point* yang diterapkan pada skenario kedua tidak memiliki perbedaan yang begitu banyak dari skenario yang pertama, hanya saja pada skenario kedua ini digunakan sepuluh unit perangkat AP interferensi yang akan diletakkan dekat dengan perangkat penerima. Hal ini dilakukan dengan tujuan membandingkan sampel-sampel data pada skenario pertama dengan skenario yang kedua dari segi kualitas jaringan. Secara ilustrasi skenario kedua dapat dilihat pada Gambar 3.

#### D. Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan berlokasi di area persawahan desa Pegalongan, Patikraja, Banyumas Jawa Tengah dengan kontur tanah yang landai. Pada lokasi pengambilan sampel tersebut dipastikan *line of sight* (LOS) dapat terpenuhi antar perangkat penerima dengan perangkat *AP bridge*.

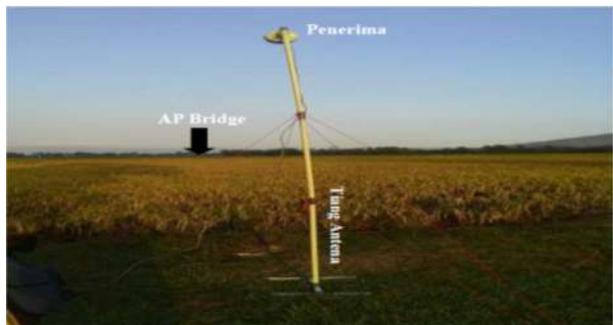


Gambar 4. Survei lokasi menggunakan Airlink

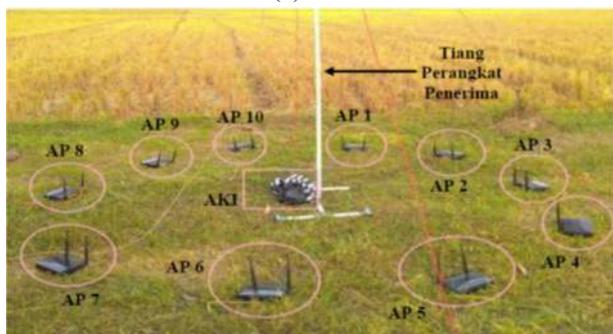
Jarak antar titik yang disimulasikan menggunakan *Airlink* terpisah sejauh 200 meter dimana dengan ketinggian 3 meter dari atas permukaan tanah dapat menghasilkan *link* berkualitas baik, dapat dilihat pada Gambar 4. Disebelah kanan *software Airlink* terdapat garis lengkung berwarna hijau muda yang menandakan bahwa *link* yang dibangun telah memenuhi *line of sight*.



(a)



(b)



(c)

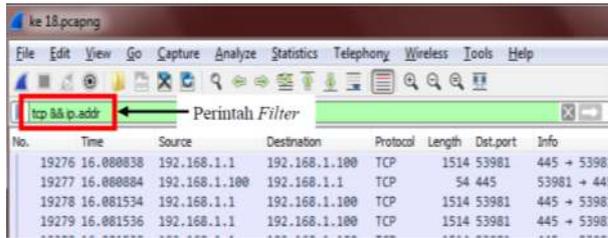
Gambar 5. Posisi (a) *AP bridge* dan (b) penerima (c) AP interferensi

Pada Gambar 5 merupakan letak dari perangkat *AP bridge*, penerima, serta AP interferensi ditempatkan.

Tiang yang digunakan dalam instalasi tersebut menggunakan pipa dengan total panjang 3 meter. *Pointing* antenna dilakukan setelah perangkat AP *bridge* dan penerima telah berdiri dan terhubung satu sama lain. Posisi peletakan AP interferensi berada disekitar perangkat penerima dengan jumlah AP interferensi sebanyak 10 unit.

E. Pengambilan Sampel Data

Proses pengambilan sampel dilakukan pada kedua skenario yang diujikan ketika perangkat laptop (*client*) melakukan pengunduhan data yang terdapat di dalam *share folder* hingga selesai. Proses yang sama juga dilakukan ketika perangkat laptop mengakses layanan *video streaming* hingga akhir.



Gambar 6. Filter paket di Wireshark

Dalam mencari parameter *delay* perlu dilakukan penyaringan data terhadap hasil *capture* yang dilakukan menggunakan *software Wireshark*, dapat dilihat pada Gambar 6. Penyaringan ini dimaksudkan agar hanya menampilkan data-data yang dibutuhkan saja. *Filter* yang digunakan adalah "tcp && ip.addr". *Delay* dapat dicari dengan cara lama waktu pengamatan dibagi dengan total paket yang ada. Untuk mencari parameter *packet loss* dapat menyaring paket dari hasil *capture* yang sudah ada dengan menggunakan perintah "tcp && tcp.analysis.retransmission || tcp.analysis.lost\_segment". Perintah *filter* tersebut hanya akan menampilkan paket dengan tipe protokol TCP dan akan mengumpulkan paket mana saja yang dilakukan transmisi ulang oleh *server* serta paket yang hilang ataupun rusak ketika diterima oleh *client*. Sedangkan *throughput* dari setiap sampel dapat dilihat pada *menu statistics* lalu *capture file properties* dan hasilnya terdapat pada *average bits/s*.



Gambar 7. Tampilan status link di MikroTik

Untuk mencari hasil dari kualitas sinyal yaitu dengan memanfaatkan fitur status yang terdapat pada MikroTik, dapat dilihat pada Gambar 7. Fitur tersebut dapat menampilkan parameter-parameter kualitas sinyal yang diterima oleh perangkat. Beberapa parameter yang ditampilkan adalah frekuensi serta lebar kanal yang digunakan, SNR, *noise*, kuat sinyal yang diterima,

*bandwidth*, *client connection quality* (CCQ), dan sebagainya.

III. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini melakukan pengujian pada jaringan *wireless point to point* di *band 2,4 GHz* dengan memvariasikan lebar kanal yang digunakan dilingkungan tanpa interferensi serta yang terdapat interferensi.

Tabel 2 Hasil perbandingan kualitas sinyal di skenario 1

Skenario 1	Parameter Kualitas Snyal	5 MHz	10 MHz	20 MHz	40 MHz
	RSL (dBm)	-45/-44	-48/-48	-51/-51	-51/-50
SNR (dB)	72	66	60	61	
CCQ (%)	90/93	99/91	98	100	
Tx/Rx Rate (Mbps)	32,5	72,2/65	144,4	300	
Noise (dBm)	-116	-114	-111	-111	

Tabel 3. Hasil perbandingan kualitas sinyal di skenario 2

Skenario 2	Parameter Kualitas Snyal	5 MHz	10 MHz	20 MHz	40 MHz
	RSL (dBm)	-48/-46	-52/-50	-55/-50	-53/-55
SNR (dB)	70	63	61	55	
CCQ (%)	73/79	64/66	58/55	59/64	
Tx/Rx Rate (Mbps)	28,8/32,5	65/65	104/104	180/240	
Noise (dBm)	-116	-113	-111	-110	

Pada Tabel 2 dan Tabel 3 merupakan perbandingan hasil pengukuran empat variasi lebar kanal yang digunakan ketika diterapkan dalam skenario 1 maupun skenario 2. Jika melihat hasil yang diperoleh ketika menggunakan lebar kanal 5 MHz terdapat perbedaan yang signifikan dari kedua skenario tersebut, yaitu persentase CCQ.

Tabel 4. Perbandingan parameter *delay*

Lebar Kanal	Video Streaming		File Sharing	
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 1	Skenario 2
5 MHz	1,86 ms	4,37 ms	1,51 ms	4,66 ms
10 MHz	2,04 ms	2,08 ms	0,36 ms	0,76 ms
20 MHz	2,19 ms	2,17 ms	0,22 ms	0,49 ms
40 MHz	2,24 ms	2,19 ms	0,21 ms	0,66 ms

Tabel 4 menunjukkan hasil perbandingan variasi lebar kanal yang diujikan ketika tanpa interferensi dan setelah terdapat interferensi. Layanan yang digunakan dalam pengujian tersebut yaitu *video streaming* berkualitas 1080p dengan durasi 5 menit dan *file sharing* sebesar 100 MB.

Tabel 5. Perbandingan parameter *throughput*

Lebar Kanal	Video Streaming		File Sharing	
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 1	Skenario 2

5 MHz	4,27 Mbps	1,90 Mbps	5,13 Mbps	1,80 Mbps
10 MHz	4,60 Mbps	4,27 Mbps	22,40 Mbps	12,18 Mbps
20 MHz	4,61 Mbps	4,59 Mbps	33,54 Mbps	20,28 Mbps
40 MHz	4,60 Mbps	4,60 Mbps	35,03 Mbps	15,04 Mbps

Pada tabel 5 hasil dari pengujian *throughput* ketika tanpa ada interferensi dan saat diberikan interferensi. Hanya pada lebar kanal 5 MHz saja yang mengalami penurunan di layanan *video streaming*. Sedangkan untuk layanan *file sharing*, keseluruhan variasi lebar kanal menerima dampak dari adanya interferensi.

Tabel 6. Perbandingan parameter *packet loss*

Lebar Kanal	Video Streaming		File Sharing	
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 1	Skenario 2
5 MHz	1,27%	1,47%	1,47%	1,52%
10 MHz	0,1%	0,42%	0,1%	0,22%
20 MHz	0%	0,1%	0%	0,1%
40 MHz	0%	0%	0%	0%

Berdasarkan Tabel 6 ketika mengakses layanan *video streaming* maupun *file sharing* menggunakan lebar kanal 40 MHz menunjukkan hasil rata-rata persentase *packet loss* yang baik sekali di kedua skenario layanan *video streaming* maupun *file sharing*, yaitu 0%. Hal ini menunjukkan bahwa interferensi tidak menimbulkan efek yang besar pada parameter *packetloss* ketika menggunakan lebar kanal 40 MHz. Pada lebar kanal 20 MHz terjadi peningkatan persentase rata-rata *packet loss* sebesar 0,1% saat terdapat interferensi, baik itu ketika mengakses layanan *video streaming* maupun *file sharing*. Ketika menggunakan lebar kanal 10 MHz sebelum adanya interferensi terhitung nilai rata-rata *packet loss* dari kedua layanan tersebut sebesar 0,1%. Ketika diberikan interferensi hasilnya mengalami peningkatan menjadi 0,42% pada layanan *video streaming* dan mengalami peningkatan sebesar 0,12% pada layanan *file sharing*. Pada lebar kanal 5 MHz pun ditemukan persentase rata-rata *packet loss* sebelum adanya interferensi sebesar 1,27% dilayanan *video streaming* dan sebesar 1,47% dilayanan *file sharing*. Setelah terdapat adanya interferensi, nilainya mengalami peningkatan menjadi 1,47% dilayanan *video streaming* dan menjadi 1,52% dilayanan *file sharing*.

IV. PEMBAHASAN

Jika melihat perbandingan pada Tabel 2 dan Tabel 3, ketika menggunakan lebar kanal 5 MHz terdapat perbedaan yang signifikan dari kedua skenario tersebut, yaitu persentase CCQ. Pada skenario 1 dengan lebar kanal 5 MHz ketika tanpa adanya gangguan dari sinyal wifi lain diperoleh hasil yang optimal dari link yang dibangun. Akan tetapi ketika diberikan sinyal interferensi, link tersebut mengalami penurunan besar di hasil CCQ yang semula 90% hingga lebih menjadi 73% pada Tx dan 79% pada Rx. Untuk hasil parameter yang lainnya dari kedua skenario tersebut tidak mengalami perbedaan yang menonjol, dan jika dilihat kembali nilai RSL, SNR yang dihasilkan dalam kategori sangat baik.

Pada nilai Tx rate di skenario 1 dan skenario 2 pun mengalami penurunan yang diakibatkan adanya efek interferensi yang semula 32,5 Mbps menjadi 28,8 Mbps. Pada variasi lebar kanal lainnya yang diujikan pun mengalami hal yang serupa, yaitu penurunan persentase CCQ yang diperoleh perangkat penerima. Akan tetapi, efek interferensi tidak berpengaruh besar pada kuat sinyal yang diterima maupun hasil SNR diperangkat penerima. Pada variasi lebar kanal 10 MHz, 20 MHz, dan 40 MHz hasil delay tidak menunjukkan perbedaan yang besar saat ada interferensi maupun tidak ada interferensi, data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Akan tetapi, ketika menggunakan lebar kanal 5 MHz peningkatan parameter *delay* sangat jelas terlihat. Hal tersebut dikarenakan efek dari interferensi yang ada mengakibatkan meningkatnya *delay* dari transmisi data tersebut. Saat mengakses layanan *video streaming* menggunakan lebar kanal 5 MHz yang dapat menghasilkan rata-rata *delay* sebesar 1,86 ms di skenario 1, setelah terdapat interferensi di skenario 2 terjadi peningkatan sebanyak 2,51 ms sehingga hasilnya menjadi 4,37ms. Hal yang serupa juga terjadi ketika menggunakan layanan *file sharing* dimana rata-rata *delay* ketika tanpa interferensi di skenario 1 sebesar 1,51 ms, setelah terdapat interferensi di skenario 2 terjadi peningkatan sebanyak 3,15 ms sehingga hasilnya menjadi 4,66 ms. Walaupun demikian, hasil rata-rata *delay* dari keempat variasi lebar kanal tersebut masih dalam kategori sangat baik.

Jika melihat hasil rata-rata parameter *throughput* pada Tabel 5, ketika menggunakan lebar kanal 10 MHz, 20 MHz dan 40 MHz tidak menunjukkan perubahan yang besar pada saat mengakses layanan *video streaming* sebelum ada interferensi maupun ketika terdapat interferens. Hal tersebut tidak berlaku pada lebar kanal 5 MHz yang semula memiliki *throughput* sebesar 4.27Mbps turun menjadi 1.9 Mbps. Akan tetapi, pada saat mengakses layanan *file sharing* nilai rata-rata *throughput* mengalami penurunan disemua lebar kanal yang digunakan.

Persentase *packet loss* mengalami peningkatan ketika terdapat interferensi. Dari hal ini membuktikan bahwa efek adanya interferensi sangat berpengaruh pada komunikasi wifi *point to point* di *band* frekuensi 2,4 GHz. Jika melihat hasil pada Tabel 6, hanya lebar kanal 40 MHz sajalah yang mampu mengatasi efek tersebut.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, disimpulkan bahwa lebar kanal 40 MHz dapat menahan efek dari adanya interferensi terbaik dibandingkan variasi lebar kanal lainnya. Walaupun persentase CCQ menurun drastis, tetapi *packet loss* yang dihasilkan mencapai 0% dengan *delay* yang tetap stabil, serta *throughput* yang cukup baik. Sedangkan pada lebar kanal 5 MHz dengan penurunan persentase CCQ yang drastis mengakibatkan efek berupa meningkatnya persentase *packet loss*, *delay* yang fluktuatif, serta *throughput* yang mengalami penurunan drastis.

B. Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan jumlah AP interferensi dan dapat divariasikan jarak antar titiknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rumsha Ansari, Arslan Ayoub Rida Khan, "Long Range Wireless Point to Point Link Network on 5 GHz Frequency Band with VoIP," *Internasional Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers*, pp. 190-195, September 2016.
- [2] K. Anuar, A.R. Salamat, M.G.I. Yusop Mardeni.R, "Investigation Of IEEE 802.11ac Signal Strength Performance In Wifi Communication System," *Internasional Journal Of Electrical, Electronics And Data Communication*, vol. 4, no. 11, pp. 2-3, November 2016.
- [3] Jimmy Moedjahedy, "Implementasi Point to Point Jaringan Internet Nirkabel di SMA Universitas Klabat," *Cogito Smart Journal*, vol. 2, pp. 240-249, Desember 2016.
- [4] Febri Nurfalalah M. Ficky Duskarnaen, "Analisis, Perancangan, dan Implementasi Jaringan Wireless Point To Point Antar Kampus A dan Kampus B Universitas Negeri Jakarta," *Jurnal Pinter*, vol. 1, pp. 134-141, Desember 2017.
- [5] Linda Marlinda Dedi Darmawan, "Implementasi Jaringan Wireless Outdoor Menggunakan NanoBridge," *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, vol. 1, pp. 253-259, Agustus 2015.