

ANALISIS PACKET LOSS PADA WLAN 802.11N QOS MODE BASIC SERVICE SET BERBASIS EKSPERIMEN

PACKET LOSS ANALYSIS ON WLAN 802.11N QOS MODE BASIC SERVICE SET EXPERIMENT BASED

Adith Priyo Pratama¹, Dr. Erna Sri Sugesti, Ir., M.Sc.², Ratna Mayasari, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
adithppratama@student.telkomuniversity.ac.id, ernasugesti@telkomuniversity.ac.id,
ratnamayasari@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

WLAN merupakan sebuah perangkat pengiriman data pada jaringan komputer tanpa menggunakan media transmisi kabel (*wireless*) dimana mobilitas dan fleksibilitas dari perangkat ini sangat baik. WLAN telah distandarisasi oleh IEEE 802.11 dan sudah terdapat beberapa perubahan. Eksperimen ini QoS dari perangkat WLAN 802.11n dengan parameter *packet loss* yang ingin diketahui menggunakan aplikasi *Wireshark*.

Eksperimen ini ingin membuktikan kinerja perangkat *access point* Cisco WAP321 Wireless-N. Pengerjaan dilakukan pada daerah tertutup (*indoor*). Metode yang dilakukan berupa jumlah *user* yang disebar dengan jarak antara *access point* kepada *user* yang berbeda serta pengaturan konfigurasi pada *access point* tersebut. Parameter uji yang akan dikonfigurasi meliputi *transmit power*, *beacon interval*, *fragmentation threshold*, *RTS threshold*, *AIFS*, *contention window*, dan *TXOP limit*.

Hasil eksperimen ini menunjukkan jangkauan AP terbaik berada pada konfigurasi *transmit power* 100%. Untuk nilai *packet loss*, konfigurasi *beacon interval* 100 ms, *fragmentation threshold* 728 bytes, dan *RTS threshold* 1024 bytes memperoleh nilai *packet loss* yang lebih baik. Sementara pengaruh QoS terhadap performansi, parameter AIFS skema AIFS3, *contention window* skema CW1, dan *TXOP limit* skema TL3, memberikan nilai rata-rata terbaik untuk *packet loss*, *throughput*, dan *RTT delay*.

Kata Kunci : WLAN, IEEE 802.11n, QoS, Packet Loss, Cisco WAP321 Wireless-N Access Point.

Abstract

WLAN is a device that sending data on a computer network without using a media transmission cable (*wireless*) where mobility and flexibility of this tool is very good. WLAN have been standardized by IEEE 802.11 and already contained some changes. This experiment QoS of WLAN 802.11n with the parameter of *packet loss* using *Wireshark*.

This experiment would like to prove the performance of the access point device Cisco WAP321 Wireless-N. Experiment will done on closed area (*indoor*). Methods undertaken in the form of the number of users that are distributed with the distace between the access point to a different user as well as setup configuration in that device. Configured test parameter include *transmit power*, *beacon interval*, *fragmentation threshold*, *RTS threshold*, *AIFS*, *contention window*, and *TXOP limit*.

The results of this experiments show the best AP coverage is in 100% *transmit power* configuration. For *packet loss* values, 100 ms *beacon interval* configuration, 728 bytes *fragmentation threshold*, and *RTS threshold* 1024 bytes get better *packet loss* value. While the QoS effect on performances, AIFS3 schemes for AIFS, CW1 schemes for contention windows, and TL3 schemes for TXOP limits, provide the best average values for *packet loss*, *throughput*, and *RTT delay*.

Keywords : WLAN, IEEE 802.11n, QoS, Packet Loss, Cisco WAP321 Wireless-N Access Point.

1. Pendahuluan

Pengguna internet di dunia sangat lah meningkat, pada tahun 2011 terdapat sebanyak 2.231.957.359 pengguna internet di dunia. sementara pada tahun 2016 pengguna internet menjadi 3.424.971.237. Khususnya di Indonesia terdapat sebanyak 53.236.719 pengguna internet. Dari total penduduk sebanyak 260.581.100 jiwa, hal ini menunjukkan bahwa hampir 20,4% orang di Indonesia sudah menggunakan jaringan internet.^[1]

Kebutuhan masyarakat terhadap informasi dalam aplikasi multimedia layaknya suara, gambar, dan video semakin meningkat. Pengiriman informasi membutuhkan sebuah metode penyampaian agar dapat diterima dengan baik. Sistem komunikasi *wireless* merupakan salah satu teknologi yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna internet di dunia.

Keunggulan utama dari sistem komunikasi *wireless* adalah mobilitas dan fleksibilitas sehingga pengguna bisa mengakses jaringan dimana pun dan dalam keadaan apa pun. Proses perubahan teknologi *wireless* tidak lepas dari parameter-parameter yang ditentukan agar memiliki *quality of service* (QoS) yang baik.

Standarisasi yang telah dilakukan oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) mengenai *wireless local area network* (WLAN) atau lebih sering dikenal sebagai *wireless fidelity* (Wi-Fi) adalah 802.11

pada tahun 1997^[2]. Protokol 802.11 telah mengalami tahap modifikasi perubahan standar hingga sekarang untuk memenuhi kualitas serta kebutuhan akan koneksi dengan internet.

Informasi kemampuan IEEE 802.11n tentang banyaknya *user* yang dapat ditampung telah dibahas pada [3] [8] [9]. Sementara pada [4] [8] [9] [10] menghasilkan seberapa jauh jarak cakupan pada IEEE 802.11n yang dihasilkan oleh *access point*. Untuk nilai *throughput* telah dibahas [5] [7]. Penggunaan frekuensi 2,4 GHz yang diketahui memiliki interferensi dengan perangkat lain, namun menurut [6] ternyata memiliki toleransi yang baik terhadap hal tersebut. Untuk standar QoS pada 802.11n, pembuktian untuk standar dengan parameter yang baik belum banyak dilakukan. Hal ini yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian tentang *packet loss* yang ada pada 802.11n. *Packet loss* sendiri bisa diartikan sebagai paket yang hilang pada saat pengiriman data yang terjadi di jaringan komputer sehingga tidak diterima di sisi penerima.

2. Dasar Teori

2.1 Wireless Local Area Network

Wireless Local Area Network (WLAN) adalah sistem jaringan komputer yang menghubungkan 2 perangkat atau lebih menggunakan metode distribusi *wireless* dengan jarak yang terbatas. Standarisasi dari WLAN sendiri telah ditetapkan pada tahun 1997 sebagai 802.11^[2]. WLAN sendiri mempunyai kelebihan jika dibandingkan dengan *wired network* seperti *mobility, flexibility, ease and speed deployment, cost*^{[2][11]}. *Access point* (AP) merupakan perangkat penghubung *wireless* dengan jaringan *wired*. Beberapa pengaturan yang dapat dikonfigurasi dalam AP seperti *transmit power, beacon interval, fragmentation threshold, dan request to send* (RTS) *threshold*.

2.2 IEEE 802.11n

Standarisasi ini dipublikasikan pada Oktober 2009, dengan masih menggunakan skema teknik modulasi OFDM. Keunggulan dari standarisasi ini adalah pemanfaatan beberapa antena *wireless* untuk mengirimkan dan menerima data melalui antena. Teknologi antena ini biasa disebut *multiple input, multiple output* (MIMO).

Teknologi MIMO ini memberikan jangkauan yang lebih jauh dan juga nilai *throughput* yang lebih besar pada jaringan *wireless*. Dapat menggunakan *bandwidth* sebesar 20 MHz atau 40 MHz dengan mencapai *data rate* 300 Mbps. Teknik MIMO menyebabkan 802.11n dapat menggunakan 2 frekuensi radio yang beroperasi pada 2,4 GHz dan 5 GHz.^[12]

Layer fisik (*physical layer*) pada 802.11n dapat beroperasi dengan 3 mode yaitu :^[13]

1. *Non-HT (Legacy) Mode*, yang digunakan agar standarisasi sebelumnya yang tidak menyediakan format MAC yang baru masih tetap kompatibel. Mode ini hanya bisa menggunakan lebar kanal 20 MHz.
2. *HT Mixed Mode*, merupakan mode untuk mencampurkan standarisasi 802.11 sebelumnya (a/b/g) dengan 802.11n. mode ini memungkinkan standarisasi lama dapat berkomunikasi dengan *access point* tetapi membuka peningkatan untuk standarisasi lama agar dapat berkomunikasi dengan format *frame* dari IEEE 802.11n. selain itu memiliki dukungan terhadap perangkat sebelumnya yang tidak dapat memperbarui mode operasinya.
3. *High Throughput (Greenfield) Mode*, digunakan untuk pengiriman oleh *access point* secara eksklusif melalui format *frame* pada layer MAC di IEEE 802.11n format ini biasa dikenal dengan *greenfield*. Mode ini menyebabkan standarisasi IEEE 802.11/a/b/g tidak mendukung berkomunikasi dengan *access point*.

2.3 Packet Loss

Packet loss adalah informasi yang hilang akibat dari kongesti trafik (*traffic congestion*) seperti *buffer overflow* atau karena kesalahan dari transmisi. Perhatian utama dari peristiwa *loss* mengarah kepada *buffer overflow*. Maksud dari *packet loss* sendiri didefinisikan sebagai rasio dari jumlah paket data yang hilang pada saat transmisi yang berbanding dengan paket yang dikirimkan^[14]. Cara menghitung nilai *packet loss* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\theta = \frac{N}{B} \quad (1)$$

Keterangan :

θ = *Packet loss*.

N = Jumlah paket yang diterima.

B = Jumlah paket yang dikirim.

Pernyataan pada [15] menyebutkan bahwa *packet loss* maksimal pada VoIP hanya 1%, idealnya tidak ada sama sekali. Sementara untuk nilai *packet loss* pada layanan video, sebaiknya berada dibawah 5%.

2.4 Enhanced Distributed Channel Access

Enhanced distributed channel access (EDCA) adalah pengembangan dari saluran akses terdistribusi (*distributed channel access*) yang bersaing mendapatkan akses pada IEEE 802.11e (QoS). Untuk memastikan WLAN dapat mendukung *high traffic* pengiriman data dengan *delay* yang rendah, konsepnya dengan cara mengklasifikasikan data menjadi empat kategori yang berbeda prioritas. Keempat kategori EDCA sebagai berikut:^[16]

1. AC_VO (*Access Category: Voice*), ini merupakan prioritas tertinggi yang tepat untuk layanan atau aplikasi suara seperti VoIP.

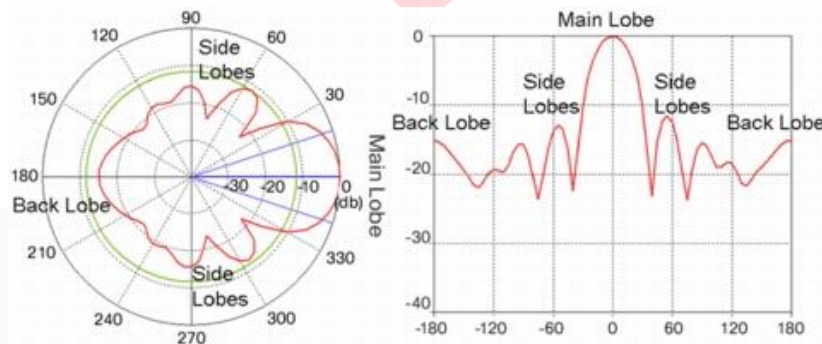
2. AC_VI (*Access Category: Video*), kategori ini digunakan untuk aplikasi atau layanan video dengan prioritas tinggi dan dapat berdampak pada kualitas dari *delay* yang panjang.
3. AC_BE (*Access Category: Best Effort*), kategori ini untuk data dengan prioritas rendah yang tidak bisa terkena dampak *delay*, contohnya : FTP dan HTTP *services/applications*.
4. AC_BK (*Access Category: Background*): ini merupakan kategori terendah dimana data akan dikirim ketika tidak ada lagi pengiriman data lain dengan prioritas yang lebih tinggi.

2.5 User Datagram Protocol

User Datagram Protokol (UDP) merupakan sebuah protokol *transport* TCP/IP yang didefinisikan sebagai penyedia mode datagram dari komunikasi *packet switch* dalam ruang lingkup jaringan komputer^[17]. UDP mempunyai karakteristik tanpa harus melakukan hubungan antara 2 *user* (*connectionless*). UDP biasa digunakan pada aplikasi yang tidak membutuhkan reliabilitas seperti VoIP, DNS, DHCP^[18]. *Packet loss* dapat dilihat dengan menggunakan protokol UDP. *Quick UDP Internet Connection* (QUIC) merupakan sebuah eksperimen layer *transport* yang didesain oleh Jim Roskind. Tujuan utama diciptakan QUIC adalah meningkatkan kinerja pada aplikasi web berbasis *connection-oriented* yang saat ini masih menggunakan TCP.

2.6 Pola Radiasi Antena

Pola radiasi antena merupakan representasi grafis dari sifat radiasi antena yang menggambarkan pancaran energi dari antena ke segala arah. Pola antena memiliki bagian pola yang disebut *lobe*. Terdapat 3 buah bagian *lobe* yaitu *main lobe*, *side lobe*, dan *back lobe*. Gambar 2.1 memperlihatkan bagian *lobe* pada pola radiasi antena.^[19]



Gambar 2.1 Pola radiasi antena dalam koordinat *polar* (kiri) dan *cartesians* (kanan).^[19]

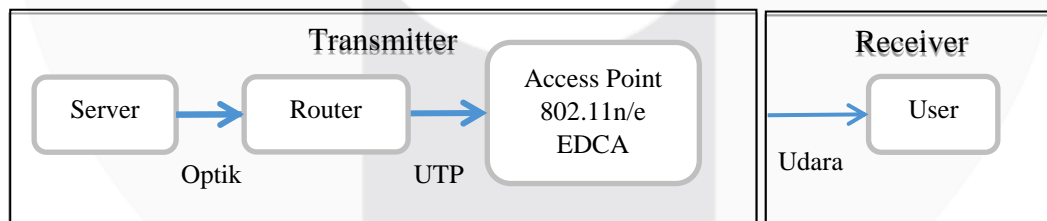
Dalam pengiriman sinyal antara dua antena, biasanya arah radiasi terhalang oleh suatu objek. Terhalangnya sinyal oleh objek tertentu mengakibatkan sinyal mengalami pemantulan (*reflection*), pembiasan (*refraction*), dan difraksi (*diffraction*) yang dapat meredam sinyal.

3. Perancangan Model dan Sistem

3.1 Desain dan Model Perancangan Sistem

Desain dan model perancangan sistem terdiri dari komponen-komponen pendukung untuk melakukan analisis data serta tata cara pengambilan data. Eksperimen ini dirancang menjadi 2 bagian blok sistem yang terdiri dari *transmitter* dan *receiver*. Pada blok *transmitter*, terdiri dari 3 perangkat utama yaitu *server*, *router*, dan *access point* dimana perangkat tersebut dihubungkan menggunakan kabel optik dan UTP. *Server* dirancang untuk terhubung dengan jaringan internet.

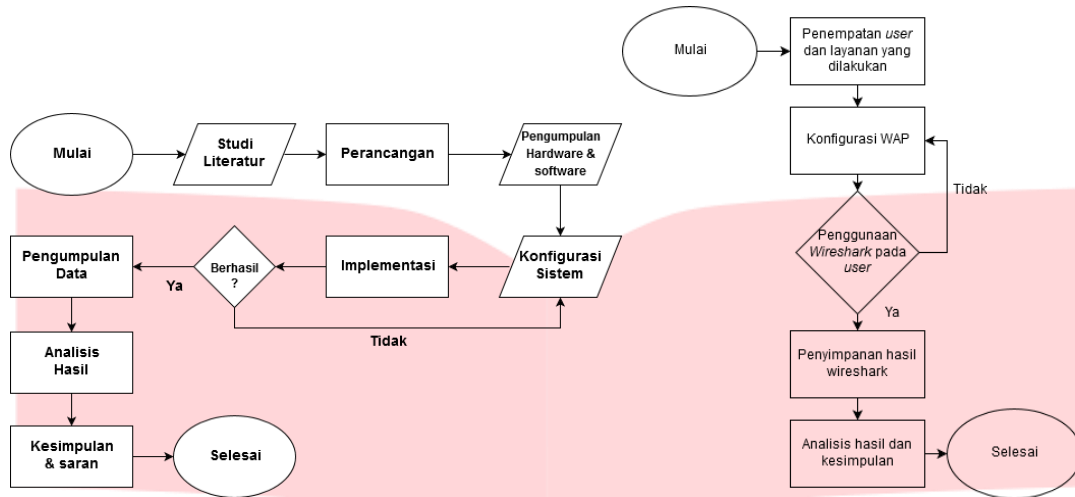
Informasi dikirimkan oleh AP melalui media transmisi berupa udara dan diterima oleh bagian *receiver*, dalam hal ini yaitu *user*.



Gambar 3.1 Diagram blok sistem.

3.2 Diagram Alir Perancangan

Pelaksanaan eksperimen ini dimulai dari studi literatur terlebih dahulu tentang materi-materi yang terkait. Kemudian dilakukan lah perancangan serta pengumpulan *hardware* berupa *access point* Cisco WAP321, *router* Cisco DPC2320 sebagai *bridge*, laptop, serta kabel UTP dan optik. *Software* digunakan untuk memberi kemudahan dalam proses eksperimen. Konfigurasi sistem dilakukan pada perangkat AP serta jumlah dan jarak *user*. Setelah sistem dikonfigurasi, implementasi dapat dilakukan dengan asumsi apabila berhasil didapatkan data sukses namun bila tidak maka sistem dikonfigurasi ulang. Setelah itu barulah dianalisis lalu diberikan kesimpulan dan saran kemudian eksperimen ini selesai. Secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Diagram alir perancangan (kiri) dan diagram alir penelitian (kanan).

Ekperimen ini dilakukan secara bertahap sehingga didapat hasil analisis yang baik. proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2. Konfigurasi pada AP sesuai dengan parameter uji yang direncanakan yaitu *transmit power*, *beacon interval*, *fragmentation threshold*, *RTS threshold*, *AIFS*, *contention window*, dan *TXOP limit*.

3.3 Skenario Eksperimen

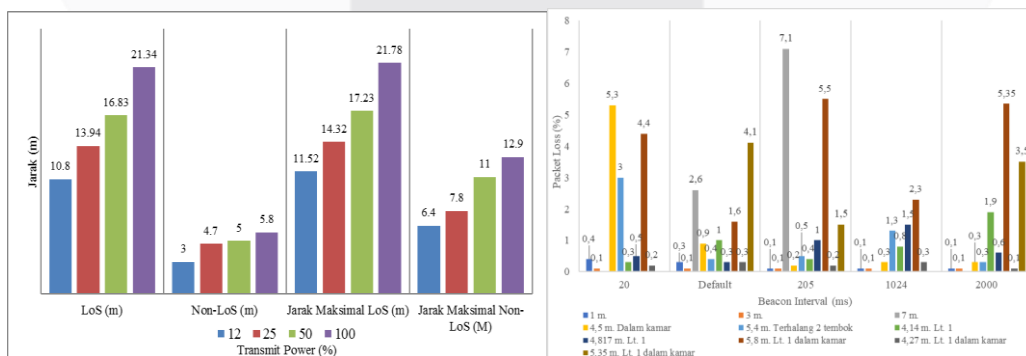
Dalam penelitian Tugas Akhir, dibuat beberapa skenario pengujian. Terdapat 7 skenario yang akan dilakukan untuk menganalisis eksperimen ini dengan 1 pengaturan *default* pada AP. Semua skenario dilakukan dengan *user* terhubung dengan AP secara beurutan dan mengakses layanan yang ada. Jarak *user* terhadap AP sudah ditentukan. Penelitian ini dilakukan di komp. Griya Winaya blok B2 No.12 RT05 RW12 Kel. Pasirwangi, Kec. Ujungberung, Bandung. Skenario dilakukan bergantian dimana skenario lainnya dikonfigurasi *default* sesuai skema lalu diukur melalui aplikasi. Mode pengaturan pada AP bertipe 802.11b/g/n. Setiap angka yang digunakan pada konfigurasi diambil dari referensi penelitian terkait sebelumnya. Skenario yang dikonfigurasi antara lain *transmit power*, *beacon interval*, *fragmentation threshold*, *RTS threshold*, *AIFS*, *contention window*, dan *TXOP limit*.

4. Pengujian dan Analisis Hasil Eksperimen Sistem

4.1 Pengujian Jangkauan Sinyal

Parameter yang diubah adalah *transmit power*. Kondisi *user* pada pengujian ini diam (*fixed*). Pengujian skenario ini menampilkan jarak jangkauan *user* mendapatkan akses dari AP untuk mendapatkan layanan internet. Terdapat 2 skema yaitu *Line of Sight* (LoS) dan *Non-LoS* (NLoS). Gambar 4.1 merupakan hasil pengamatan dengan konfigurasi yang dilakukan pada *transmit power*. Dengan *transmit power* terendah (12%) jarak *user* terhadap AP hanya mencakup sejauh 3 m namun dengan nilai *transmit power* tertinggi (100%) jarak *user* terhadap AP dapat mencakup 5,8 m dalam keadaan NLoS. Berbeda dengan LoS yang mencakup jarak minimal 10,8 m untuk 12% dan jarak maksimal 21,34 m untuk 100%. Semakin besar nilai *transmit power* maka jarak cakupan sinyal semakin jauh hal ini berdasarkan [20] dimana persentase daya yang besar memberikan AP jarak maksimal untuk mengirim sinyal serta mengurangi jumlah kebutuhan AP.

Pada Gambar 4.1 terdapat keterangan jarak maksimal LoS dan jarak maksimal NLoS. Pada daya 100% jangkauan jarak maksimal LoS adalah 21,78 m dan jarak maksimal NLoS adalah 12,9 m. Dengan konfigurasi tersebut dapat dilihat bahwa cakupan lebih jauh dibandingkan LoS dan NLoS, tetapi *user* hanya mendeteksi AP tanpa mendapatkan fasilitas layanan internet. Dengan hasil tersebut, jarak pancar terjauh dengan konfigurasi level *transmit power* sebesar 100 % tidak mencakup jarak 30 m sesuai *datasheet*. Jarak terjauh pada LoS 21,34 m dengan catatan *user* mendapatkan layanan internet.

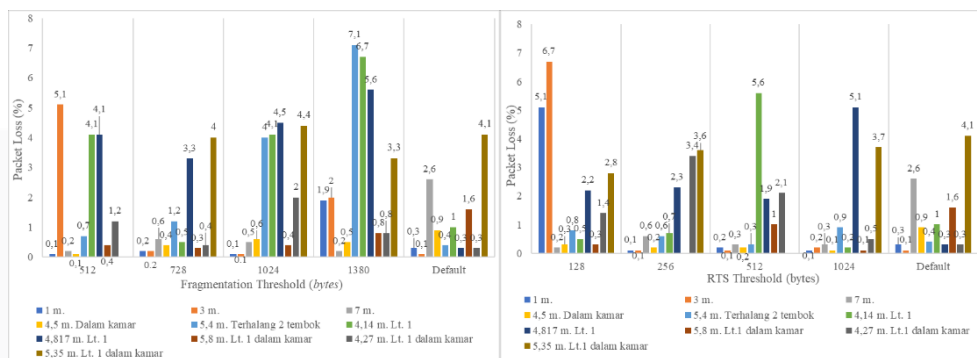


Gambar 4.1 Hasil data *transmit power* (kiri) dan *beacon interval* (kanan).

4.2 Pengujian Konfigurasi Access Point

Pengujian eksperimen ini dilakukan menggunakan 10 user, disebar di beberapa posisi yang terbagi dalam 2 lantai. Posisi AP berada di lantai atas. Aktifitas yang dilakukan ialah mengakses layanan *live streaming*. Jarak antar user berbeda-beda namun dalam lingkup jarak maksimal NLoS. Konfigurasi meliputi *beacon interval*, *fragmentation threshold*, dan *contention window*. Pada Gambar 4.1 untuk konfigurasi *beacon interval* yaitu pada jarak 5,35 m di lantai bawah dalam ruangan pada skema 20 ms & 1024 ms, serta 7 m pada skema 1024 ms & 2000 ms terkoneksi namun tidak dapat mengakses layanan. User 7 m pada skema 20 ms bahkan tidak dapat mendeteksi AP. Konfigurasi 20 ms menghasilkan rata-rata *packet loss* yang besar diantara konfigurasi lainnya dengan nilai 1,78%. Namun dengan konfigurasi nilai *beacon interval* yang besar, user 7 m sulit mendapatkan akses. Dengan hasil yang ada, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi nilai *beacon interval* berpengaruh ketersediaan jaringan AP dan hasil *packet loss* dengan nilai default lebih stabil dengan catatan semua user terkoneksi. Tabel 4.1 menampilkan nilai rata-rata pengujian *packet loss*.

Pada Gambar 4.2 terhadap *fragmentation threshold* yaitu pada jarak 5,35 m dilantai bawah dalam ruangan pada skema 20 ms & 1024 ms, serta 7 m pada skema 1024 ms & 2000 ms terkoneksi namun tidak dapat mengakses layanan. User 7 m pada skema 20 ms bahkan tidak dapat mendeteksi AP. Konfigurasi 20 ms menghasilkan rata-rata *packet loss* yang besar diantara konfigurasi lainnya dengan nilai 1,78%. Rata-rata nilai *packet loss* pada skema *fragmentation threshold* 728 lebih baik dari skema yang lainnya. Dari hasil ini terlihat bahwa pengaturan 728 lebih baik digunakan untuk *fragmentation threshold*. Karena [8] menyarankan pengaturan *fragmentation threshold* berpengaruh apabila tidak ada interferensi dari sinyal radio lain. Karena mengirim *frame* yang lebih kecil (nilai *fragmentation threshold* yang rendah) dapat membantu mengatasi masalah interferensi.



Gambar 4.2 Hasil konfigurasi *fragmentation threshold* (kiri) dan *RTS threshold* (kanan).

Tabel 4.1 Nilai rata-rata pengujian *packet loss*.

<i>Beacon interval (ms)</i>	20	Default	205	1024	200
Nilai rata-rata (%)	1,78	1,16	1,66	0,84	1,36
<i>Fragmentation threshold (bytes)</i>	512	728	1024	1380	Default
Nilai rata-rata (%)	1,78	1,11	2,07	2,89	1,16
<i>RTS threshold (bytes)</i>	128	256	512	1024	Default
Nilai rata-rata (%)	2,03	1,29	1,3	1,12	1,16

Pada Gambar 4.2 untuk *RTS threshold* yaitu pada jarak 5,8 m di lantai bawah dengan konfigurasi skema 256 bytes dan jarak 5,35 m di lantai bawah dengan konfigurasi skema 512 bytes dimana posisi user berada di dalam ruangan, terhubung dengan AP namun tidak dapat mengakses layanan. Konfigurasi nilai *RTS threshold* yang kecil mengakibatkan pengiriman RTS lebih sering sehingga mengkonsumsi *bandwidth* lebih banyak^[20]. Fungsi dari *RTS threshold* adalah mengatur aliran trafik yang masuk ke AP terutama dengan user yang banyak. Sehingga nilai maksimal disarankan agar dapat mengurangi interferensi antara AP satu dengan yang lainnya yang mengakibatkan jaringan sibuk^[20]. Namun dari hasil yang didapat, konfigurasi *RTS threshold* tidak selamanya sesuai dengan teori yang ada. Dapat dilihat bahwa nilai rata-rata skema *RTS threshold* 1024 bytes lebih baik dari Default dan 256 bytes lebih baik dari 128 bytes.

Analisis yang telah dilakukan selama percobaan pengujian *packet loss* terdapat kecenderungan nilai *packet loss* yang lebih baik yang dihasilkan oleh user yang berada pada lantai yang sama dengan AP tanpa terhalang objek apapun. Analisis tersebut berdasarkan teori pola radiasi antena yang ada pada sub bab 2.7.

4.3 Pengujian QoS Terhadap Packet Loss

Pengujian eksperimen ini dilakukan oleh 10 user yang disebar pada lantai yang sama dengan AP. Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh prioritas layanan tertinggi dan terendah. Konfigurasi meliputi AIFS, *contention window*, dan TXOP limit. Dari keterangan gambar 4.3 terhadap AIFS diatas dapat dilihat bahwa pada pengaturan skema WAP Default dan AIFS1 hampir menyerupai. Disebabkan nilai AIFS untuk VO & VI =1 pada skema WAP Default, sementara nilai AIFS pada skema AIFS1 untuk VO & VI = 2.

Tabel 4.2 Nilai rata-rata pengujian QoS terhadap *packet loss*.

AIFS	WAP Default	AIFS1	AIFS2	AIFS3
Nilai rata-rata (%)	0,93	0,839	1,78	0,72
<i>Contention window</i>	WAP Default	CW1	CW2	
Nilai rata-rata (%)	0,93	0,87	0,72	
<i>TXOP limit</i>	WAP Default	TL1	TL2	TL3
Nilai rata-rata (%)	0,93	0,68	1,2	0,68

Namun nilai *packet loss* pada WAP Default lebih baik karena menurut [20], AIFS bisa digunakan untuk memberikan prioritas terhadap layanan sehingga data yang penting lebih diutamakan. Skema AIFS2 memberikan nilai *packet loss* yang besar untuk layanan *live streaming* karena nilai AIFS untuk VI = 4. Nilai AIFS3 mendapatkan rata-rata nilai *packet loss* yang rendah karena prioritas diterapkan dengan baik tanpa ada konfigurasi nilai sama yang diberikan pada setiap layanan. Nilai untuk VO bernilai 1 dan VI = 2, sehingga hipotesis ini lah yang menyebabkan nilai AIFS lebih baik. Tabel 4.2 menampilkan nilai rata-rata *packet loss* terhadap QoS.

Dari gambar 4.3, dapat dilihat pengaruh konfigurasi nilai *contention window* yang berdampak kepada *packet loss*. Dapat dilihat bahwa skema CW1 dan CW2 lebih baik daripada skema WAP Default. Dari data tersebut, konfigurasi *contention window* pada WAP default bernilai lebih kecil dari skema lainnya sehingga tidak sesuai dengan referensi yang ada. Diasumsikan bahwa jarak nilai maksimal ke minimal untuk *contention window* berpengaruh dengan banyaknya *user* yang mengakses layanan tersebut. Dengan jarak nilai maksimal ke minimal yang lebih besar oleh VI menyebabkan antrian jalur lebih stabil karena hanya 2 layanan yang digunakan. Sementara *user* dengan layanan *live streaming* lebih banyak.

Berdasarkan gambar 4.3 untuk konfigurasi *TXOP limit*, dapat dilihat bahwa skema TL1 dan TL3 memberikan rata-rata nilai *packet loss* yang baik sebesar 0.68%. Pada skema TL 3, nilai *packet loss* antar *user* tidak berbeda jauh dengan nilai tertinggi yaitu 2,5%. Namun pada skema TL1, nilai antar *user* bermacam-macam hingga nilai *packet loss* tertinggi berada pada 3.9%. akan tetapi nilai *user* lainnya tidak mencapai lebih dari 1%. Dilihat dari konfigurasi nilai *TXOP limit*, skema pada TL1 dan TL3 bernilai sama pada pengaturan VO dan VI. Dimana pada TL1 konfigurasi VI dan VO bernilai 0, lalu pada skema TL3 bernilai 60 μ s. Dari hasil ini bisa disimpulkan terdapat pengaruh apabila terdapat nilai yang sama. Karena konfigurasi WAP Default memberikan nilai VO dan VI yang berbeda. Hasil nilai rata-rata *throughput* dan RTT *delay* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 hasil pengukuran *throughput* dan *round-trip time delay*(RTT).

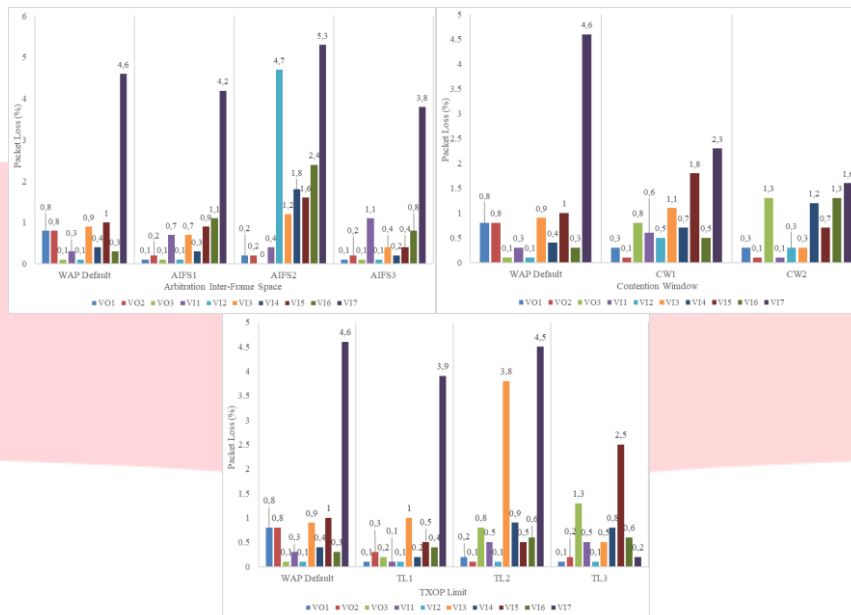
Skema	Throughput (kbps)	RTT(ms)
WAP Default	526,8	66,353
AIFS1	510,836	97,465
AIFS2	479,285	128,829
AIFS3	532	63,596
CW1	834,7	11,804
CW2	611,7	16,246
TL1	541	61,159
TL2	702,6	29,813
TL3	748,8	9,983

4.4. Analisis Parameter Dominan

Setelah dilakukannya eksperimen untuk setiap masing-masing konfigurasi skema. Nilai yang dihasilkan dibandingkan satu sama lain untuk melihat parameter apa saja yang paling dominan mempengaruhi kualitas jaringan. Perbandingan dilakukan dengan menyamakan keadaan dari posisi *user* sehingga mendapatkan 2 hasil perbandingan. Perbandingan tersebut adalah pengujian konfigurasi *access point* dan pengujian QoS terhadap performansi. Tabel 4.4 dan memperlihatkan hasil dari 2 perbandingan tersebut. Terdapat keterangan warna pada Tabel 4.4 yaitu hijau = baik, kuning, = normal, merah = buruk.

Berdasarkan Tabel 4.4 dalam pengujian konfigurasi *access point*, terlihat bahwa pengaruh Nilai *fragmentation threshold* dan *RTS threshold* pada skema *Default* tidak terlalu baik dalam mengatasi *packet loss*, karena pada keadaan *Default* kedua parameter tersebut tidak aktif Karena hampir sama dengan nilai *threshold*. Pada pengujian *packet loss*, konfigurasi *fragmentation threshold* merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap nilai *packet loss*. Dilihat dari hasil data pada Tabel 4.4, konfigurasi skema 728 *bytes* memberikan rata-rata nilai *packet loss* terbaik dan memberikan waktu *buffer* yang lebih sedikit serta *user* mudah terkoneksi dengan AP. Sementara skema 1024 *bytes* memberikan rata-rata nilai *packet loss* terburuk. Dari hasil tersebut, pembagian data yang akan dikirim menjadi beberapa paket sangat mempengaruhi performansi jaringan terutama pada *packet loss*. Karena menurut [24], *fragmentation threshold* digunakan untuk membatasi data yang dikirimkan dalam beberapa paket, sehingga mempengaruhi performansi jaringan dan reliabilitas..

Dilihat dari Tabel 4.4 QoS terhadap performansi, konfigurasi QoS terhadap performansi terbaik berada pada *TXOP limit* skema TL3. Namun, parameter AIFS paling berpengaruh terhadap performansi jaringan khususnya terhadap *packet loss*. Karena dengan dikonfigurasinya nilai AIFS, hasil rata-rata *packet loss* sangat jelas perubahannya. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan konfigurasi prioritas yang baik tanpa ada nilai yang sama terhadap layanan, dapat mempengaruhi performansi jaringan. Karena menurut [27], AIFS bisa digunakan untuk memberikan prioritas terhadap layanan sehingga data yang penting lebih diutamakan.



Gambar 4.3 Hasil Konfigurasi AIFS, contention window, dan TXOP limit.

Parameter	Hasil pengujian packet loss					
	Skema (ms)	20	Default	205	1024	2000
Beacon interval	Nilai rata-rata (%)	1,78	1,16	1,66	0,84	1,36
	Skema (bytes)	512	728	1024	1380	Default
Fragmentation threshold	Nilai rata-rata (%)	1,78	1,11	2,07	2,89	1,16
	Skema (bytes)	128	256	512	1024	Default
RTS threshold	Nilai rata-rata (%)	2,03	1,29	1,3	1,12	1,16

Parameter	Hasil pengujian QoS terhadap performansi				
	Skema	WAP Default	AIFS1	AIFS2	AIFS3
AIFS	Packet loss (%)	0,93	0,84	1,78	0,72
	Throughput (kbps)	526,80	510,84	479,28	532
	RTT	66,35	97,46	128,83	63,60
	Skema	WAP Default	CW1	CW2	-
Contention window	Packet loss (%)	0,93	0,87	0,72	-
	Throughput (kbps)	526,8	834,7	611,7	-
	RTT	66,35	11,80	16,24	-
	Skema	WAP Default	TL1	TL2	TL3
TXOP limit	Packet loss (%)	0,93	0,68	1,2	0,68
	Throughput (kbps)	526,8	541	702,6	748,8
	RTT	66,35	61,12	29,81	9,98

Tabel 4.4 Hasil pengujian konfigurasi access point (atas) dan QoS terhadap performansi (bawah)

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisis data yang dihasilkan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Packet loss rata-rata terbaik pada jaringan access point Cisco WAP321 Wireless-N protokol 802.11n dihasilkan oleh parameter beacon interval 100 ms, fragmentation threshold 728 bytes, RTS threshold 1024 bytes, AIFS skema AIFS3, contention window skema CW1, dan TXOP limit skema TL3.
2. Transmit power yang dihasilkan dari nilai konfigurasi maksimal sebesar 100% menjangkau jarak sejauh 21,78 m dalam keadaan LoS dan 12,9 m dalam keadaan NLoS.
3. Parameter AIFS pada QoS dan Fragmentation threshold pada konfigurasi di access point sangat mempengaruhi nilai pada performansi jaringan terutama untuk packet loss.
4. Konfigurasi semua parameter QoS mendapatkan hasil yang lebih baik dengan memberikan prioritas sesuai dengan access category dan banyaknya layanan internet yang diakses user.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut mengenai topik ini adalah sebagai berikut :

1. Percobaan eksperimen menggunakan protokol WLAN 802.11ac dengan *quality of service* (802.11e) dan penggunaan frekuensi 5 GHz.
2. Konfigurasi terhadap protokol *HCF Controlled Channel Access* (HCCA) pada *Media Access Control* (MAC) 802.11e.
3. Masukan layanan *download* dan juga *browsing* agar semua *Access Category* (AC) dapat dilihat pengaruhnya. Kemudian gunakan server lokal yang dapat mengatur *bandwith* jaringan yang lebih baik.
4. Gunakan perangkat AP lebih dari 1 agar dapat mempelajari proses *handover* dimana *user* dapat melakukan pergerakan (*nomadik*) dalam mengakses AP.

Daftar Pustaka

- [1] Internet Live Stats. 2016. “*Internet Users by country (2016)*”. (online). Diakses 16 september 2016. <http://www.internetlivestats.com/internet-users-by-country/>.
- [2] Gast, Matthew S. 2002. “*802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide Creating and Administering Wireless Networks*”. O’Reilly Media.
- [3] Evizal Abdul Kadir, dkk. 2016. “*Performance analysis of wireless LAN 802.11n Standard for e-Learning*”. IEEE Publisher.
- [4] Asadpour, Mahdi; dkk. 2013. “*Characterizing 802.11n aerial communication*”. ANC ’13 Proceeding. Bangalore, India.
- [5] Tramarin, Federico; dkk. 2015. “*The IEEE 802.11n wireless LAN for real-time industrial communication*”. IEEE Publisher.
- [6] Kar, Kautsar; dkk. 2016.”*Motley Keenan model of in-building coverage analysis of IEEE 802.11n WLAN signal in electronics and communication engineering department of National Institute of Technology Durgapur*”. IEEE Publisher.
- [7] Gaonkar, Pradnya; dkk. 2015. “*Range performance evaluation of IEEE 802.11n devices*”.
- [8] Xiao, yang. 2005. “*IEEE 802.11n: enhancements for higher trouhput in wireless LANs*”. IEEE Publisher.
- [9] Syafei, Wahyul Amien. 2015. “*Performance investigation of high trouhput WLAN 802.11n by receiver diversity and antenna spacing*”. IEEE Publisher.
- [10] Fiehe, Sandra; dkk. 2010. “*Experimental Study on Performance of IEEE 802.11n and Impact of Interferers on the 2.4 GHz ISM Band*”. IWCMS ’10 Proceedings.
- [11] Cisco. “*Five Reasons to Go Wireless*”. (online). Diakses 12 oktober 2016. http://www.cisco.com/cisco/web/solutions/small_business/resource_center/articles/work_from_anywhere/why_go_wireless/index.html
- [12] Perahia, Eldad & Robert Stacey. 2008. “*Next Generation Wireless LANs Troughput, robustness, and reliability in 802.11n*”. Cambridge. UK.
- [13] Abdelrahman, Ramia BM dkk. 2015. “A comparison between IEEE 802.11a, b, g, n and ac Standards”. *Volume 17, issue 5, ver. III. IOSR Journal of Computer Engineering*.
- [14] Khanduri, Rahma dan S.S. Rattan. 2013. “*Performance Comparison Analysis between IEEE 802.11a/b/g/n Standards*”. *Volume 78 International Journal of Computer Applications*.
- [15] Szigeti, Tim & Hattingh Christina. 2004. “*Quality of Desaign Overview*”. (online). Diakses 24 Juli 2017. www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=357102.
- [16] Postel, J. 1980. “*User Datagram Protocol*”. RFC 768. ISI.
- [17] Zhang, Xinyu. 2014. “*Computer Networks*”. East China Normal University.
- [18] Cisco. 2012. “*Administration Guide: Cisco Small Business WAP121 Wireless-N Access Point with PoE and WAP321 Wireless-N Selectable-Band Access Point with PoE*”. Cisco System.
- [19] Cisco. 2007. “*Antenna Patterns and Their Meaning*”. (online). Diakses 15 Juli 2017. http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-antennas-accessories/prod_white_paper0900aecd806a1a3e.html
- [20] Wang, Zhen dan Guo Xiao. 2013. “*Priority-based Parameter Performance Optimization for EDCA*”. IEEE.