



Analisis Throughput Distribusi Jaringan Nirkabel Pada Politeknik Bumi Akpelni

M. Rifki Wardana¹, Dwi Budi Santoso²

^{1,2}Universitas Stikubank Semarang, Indonesia

Email: m.rifkiwardana6007@mhs.unisbank.ac.id¹, dbs@edu.unisbank.ac.id²

Abstract

Wireless networks, also known as wireless or Wi-Fi networks, are networks where users of electronic devices can connect and communicate with each other without using physical cables or wired connections. One of the factors that supports the capabilities of wireless networks is throughput. In the analysis of wireless network throughput, researchers conducted a study at Politeknik Bumi Akpelni, a maritime college. The research was conducted using computer simulations or field testing to examine factors that affect throughput, such as bandwidth, latency, and user density. The testing was performed by evaluating the wireless network transmitted by an access point device with the IEEE 802.11 ac standard, which operates at two frequencies: 2.4 GHz and 5 GHz. The testing was divided into three stages: testing wireless network throughput with obstacles (walls), testing wireless network throughput without obstacles, and testing wireless network throughput based on user density. The test results were categorized as very good, but it should be noted that the amount of bandwidth affected the quality of the throughput obtained. The more users there are, the smaller the throughput obtained.

Keywords: Throughput, Wireless Network, Bandwidth, Latency

Abstrak

Jaringan nirkabel atau jaringan wireless merupakan suatu jaringan dimana dimungkinkan pengguna perangkat elektronik untuk dapat terhubung dan berkomunikasi satu dengan yang lain tanpa menggunakan kabel atau tanpa terkoneksi secara fisik. Salah satu faktor dalam menunjang kemampuan jaringan nirkabel adalah throughput. Dalam analisis throughput jaringan nirkabel ini peneliti melakukan penelitian pada salah satu perguruan tinggi maritim yakni Politeknik Bumi Akpelni. Penelitian berlangsung dengan metode simulasi komputer atau pengujian lapangan dengan meneliti faktor – faktor yang mempengaruhi throughput diantaranya bandwidth, latensi dan kepadatan pengguna. Pengujian dilakukan dengan menguji jaringan nirkabel yang dipancarkan oleh perangkat access point berstandar IEEE 802.11 ac yang memiliki dua frekuensi yakni 2,4 Ghz dan 5 Ghz. Pengujian dibagi menjadi tiga tahapan yakni pengujian throughput jaringan nirkabel dengan penghalang (dinding), pengujian throughput jaringan nirkabel tanpa penghalang dan pengujian throughput jaringan nirkabel berdasarkan kepadatan pengguna. Hasil Pengujian dikategorikan sangat baik namun sebagai catatan adalah jumlah bandwidth mempengaruhi kualitas throughput didapatkan. Semakin banyak pengguna semakin kecil pula throughput yang diperoleh.

Kata kunci : Throughput, Jaringan Nirkabel, Bandwidth, Latensi

1. PENDAHULUAN

Jaringan nirkabel atau jaringan *wireless* merupakan suatu jaringan dimana dimungkinkan pengguna perangkat elektronik untuk dapat terhubung dan berkomunikasi satu dengan yang lain tanpa menggunakan kabel atau tanpa terkoneksi secara fisik. Menurut [1] Jaringan nirkabel merupakan sistem komunikasi yang dapat memperluas atau menggantikan jaringan wired LAN. Dalam perkembangannya teknologi jaringan nirkabel semakin populer dan menjadi opsi utama dalam menyediakan koneksi internet di rumah, kantor dan tempat umum lainnya seperti rumah makan, hotel, sekolah dan sebagainya.

Salah satu faktor dalam menunjang kemampuan jaringan nirkabel adalah *throughput*. *Throughput* atau laju alir data merupakan ukuran kinerja jaringan atau sistem komunikasi dalam mengirim dan menerima data dalam periode waktu tertentu. *Throughput* mengukur jumlah data yang berhasil dikirim dalam satuan waktu tertentu dalam satuan *bit per second* (bps) [2]. Semakin tinggi nilai *throughput* dalam suatu jaringan, semakin cepat pula data dapat ditransmisikan. Analisis *throughput* menjadi penting dalam rangka mengetahui efektifitas dalam penggunaan jaringan nirkabel. Dengan analisis *throughput* dimungkinkan untuk memperoleh informasi seberapa cepat data ditransmisikan dan mengidentifikasi hambatan dari jaringan nirkabel tersebut.

Dalam analisis *throughput* jaringan nirkabel ini peneliti melakukan penelitian pada salah satu perguruan tinggi maritim yakni Politeknik Bumi Akpelni yang berlokasi di area semarang tepatnya berada di jalan Pawiyatan Luhur II/17 Bendan Dhuwur kecamatan Gajahmungkur – Semarang Selatan. Penelitian berlangsung dengan metode simulasi komputer atau pengujian lapangan dengan meneliti faktor – faktor yang mempengaruhi *throughput* diantaranya *bandwidth*, latensi dan kepadatan pengguna.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur suatu objek ukur yang memenuhi persyaratan akademis untuk mengumpulkan data mengenai suatu variabel [3]. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

a) Perangkat Nirkabel

Access point

Spesifikasi : Mendukung standar jaringan 802.11ac, dual band channel (2,4 Ghz & 5 Ghz), MU-MIMO

b) Perangkat Pengujian

Laptop

Spesifikasi : Processor intel core i3-115G4@3.00Ghz, 8 gb Ram, mendukung standar jaringan 802.11 a/b/g/n/ac/ax

2.2. Bandwidth

Bandwidth sesuai dengan terjemahan dalam bahasa Indonesia memiliki arti lebar gelombang. Menurut [4] *Bandwidth* merupakan kisaran frekuensi yang dinyatakan dalam satuan *bit per second* (bps). Semakin besar *bandwidth* semakin banyak pula data yang bisa ditransfer pada waktu yang ditentukan.

2.3. Throughput

Menurut [5] *Throughput* adalah kemampuan sebenarnya dari suatu jaringan dalam pengiriman data. *Throughput* bisa disebut sebagai kecepatan yang asli dari *Bandwidth*. *Throughput* merupakan salah satu dari parameter *Quality of service* (QOS). Menurut [6] QOS adalah teknologi yang memungkinkan administrator dalam menangani gangguan yang terjadi pada jaringan *wireless*.

2.4. Latensi

Menurut [7] *Delay* adalah tenggang waktu yang dibutuhkan ketika data dikirimkan hingga data tersebut sampai. Latensi mencerminkan penundaan yang terjadi selama proses transmisi data dari sumber ke tujuan. Latensi yang tinggi mengurangi jumlah waktu yang sebenarnya digunakan untuk mengirim data. Sehingga latensi menjadi pengaruh dalam kualitas *throughput*.

2.5. Kepadatan Pengguna

Kepadatan pengguna dapat memiliki pengaruh terhadap *throughput* dalam suatu jaringan komunikasi. Menurut [8] Kepadatan pengguna dalam suatu jaringan akan membuat degradasi layanan kepada pengguna. Kepadatan pengguna yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan lalu lintas dan persaingan sumber daya (*Bandwidth*) pada jaringan dengan sumber daya yang terbatas. Kepadatan pengguna yang tinggi dalam waktu yang bersamaan dapat memicu tabrakan data yang mengurangi nilai *throughput*. Selain itu kepadatan pengguna dapat menyebabkan interferensi sinyal dan menyebabkan kehilangan atau distorsi data.

2.6. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang dilakukan peneliti adalah penelitian sebelumnya dari [9] dengan judul analisa. kerja *access point* jaringan *wireless* pada universitas Al Asyariah mandar. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur jangkauan kualitas sinyal dari perangkat nirkabel hingga mendapatkan kesimpulan bahwa penempatan perangkat yang baik akan menambah kualitas dari internet yang digunakan oleh pengguna. Penelitian ini menggunakan perangkat dengan protokol standar 802.11g dan melakukan pengujian dengan *software* stumbler sebagai *tools* mendeteksi jaringan *wireless*.

Penelitian kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh [10] yang berjudul Analisis QOS (*Quality Of Service*) pada jaringan internet (studi kasus : UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI) penelitian ini meneliti mengukur komponen QOS berupa *Throughput*, *paketloss*, *delay* dan *jitter* guna mengetahui kualitas internet pada area yang diteliti dengan memperhatikan topologi yang digunakan.

Penelitian selanjutnya merupakan penelitian dari [11] dengan judul analisis *quality of service* (Qos) pada jaringan internet SMK Negeri 7 Jakarta. Dimana penelitian dilakukan dengan mengukur nilai komponen *quality of service* guna mengetahui kualitas internet. Pada penelitian ini tidak disebutkan perangkat transmisi yang digunakan dalam pengujian namun ditampilkan hasil pengujian komponen *quality of service* (QOS) yang terdiri dari pengujian *throughput*, *delay*, *paketloss* dan *jitter* dengan kesimpulan penggantian perangkat yang sesuai dan *bandwidth* yang besar dapat mengoptimalkan dan menambah kecepatan internet.

Metode penelitian merupakan gambaran umum tentang bagaimana penelitian ini dilakukan meliputi perumusan objek, metode pengumpulan data dan metode analisis data. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan menganalisis data non-numerik seperti data verbal dan observasi

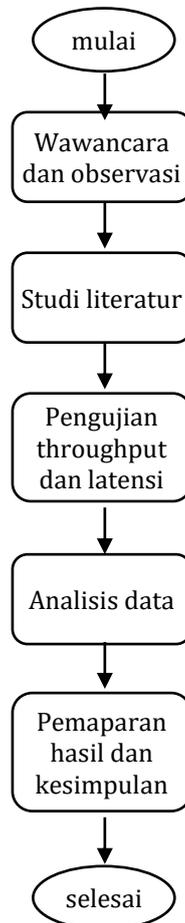
serta metode eksperimen dimana dilakukan dengan simulasi komputer atau pengujian di lapangan dengan menganalisis *throughput* dan latensi.

2.7. Tahap Penelitian

Tahap penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir atau *Flowcart* berikut. Gambar 1 merupakan tahap pengujian yang divisualisasikan dengan diagram alir (*Flowcart*).

Tahap pertama kegiatan wawancara dan observasi pada pengelola infrastruktur teknologi informasi (IT) pada lokasi penelitian guna memperoleh data tentang besaran *bandwidth* yang dialokasikan pada lokasi penelitian dan data mengenai perangkat yang digunakan dalam distribusi jaringan nirkabel.

Tahap ke-dua studi literatur terkait definisi mengenai jaringan nirkabel, penelitian berbasis QoS (*Quality of Service*) dari penelitian terdahulu sebagai salah satu dasar dari penelitian.



Gambar 1. *Flowchart* Tahap pengujian

Tahap ke-tiga pengujian *throughput* dan latensi menggunakan *software* wireshark. Pengujian dengan cara mengunduh file dengan kapasitas berbeda yakni 30Mb, 40Mb, 50Mb, 100Mb dan 200Mb sebagai bahan uji yang dilakukan dengan

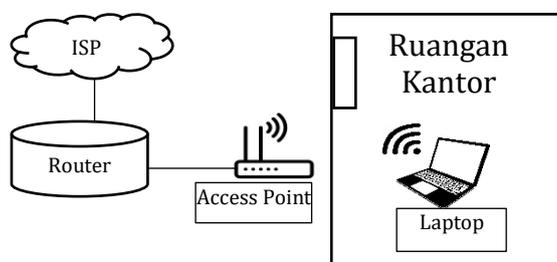
dua sistem yakni dengan penghalang dan tanpa penghalang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dampak dari ada atau tidaknya penghalang terhadap kualitas *throughput*. Kemudian mencari nilai *throughput* dan latensi yang dinilai dari kepadatan pengguna yang dapat dipantau melalui *software* winbox yang terkoneksi dengan router. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari kepadatan penggunaan terhadap kualitas *throughput* yang diterima pengguna.

Tahap ke-empat adalah kegiatan menganalisis data yang didapat pada tahap – tahap sebelumnya guna mengetahui baik atau tidaknya kualitas jaringan nirkabel pada lokasi penelitian.

Dan yang terakhir adalah tahap pemaparan hasil dan kesimpulan dimana pada tahap ini dipaparkan hasil akhir berupa apa yang didapat selama penelitian dan kesimpulan yang dapat digunakan dalam proses pengembangan efektifitas penggunaan jaringan nirkabel dimasa depan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses awal peneliti melakukan wawancara terhadap staff IT pada tempat pengujian dan di peroleh besar *bandwidth* yang dipakai dalam tempat pengujian terdapat dua sumber (*provider*). *Provider 1* menggunakan 100 Mbps dan *provider 2* menggunakan 50 Mbps. Pada kasus pengujian yang dilakukan oleh peneliti dialokasikan *Bandwidth* sebesar 50 Mbps guna mensuplay *bandwidth* jaringan nirkabel. Dilanjutkan Pengujian pertama merupakan pengujian dengan mengunduh file dengan ukuran yang berbeda dan Posisi *access point* berada tidak satu ruangan dengan peneliti saat melakukan pengujian.



Gambar 2. Ilustrasi Pengujian 1

Tabel 1. Pengujian tahap pertama unduh berkas pada frekuensi 2,4 Ghz

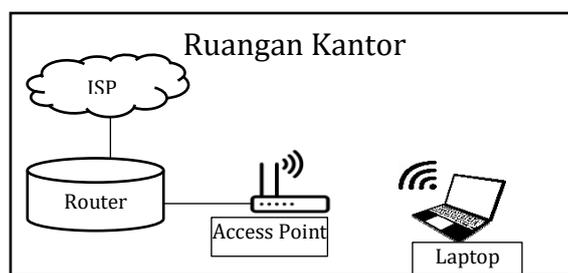
No. Uji	Unduh berkas (MB)	Nilai <i>throughput</i> (mbps)	Rata-rata Latensi (ms)	Waktu unduh (s)
1	30	24	0,7	11
2	40	29	0,6	12
3	50	27	0,9	15
4	100	26	0,6	36
5	200	26	0,7	71

Tabel 2. Pengujian tahap pertama unduh berkas pada frekuensi 5 Ghz

No. Uji	Unduh berkas (MB)	Nilai <i>throughput</i> (mbps)	Rata-rata Latensi (ms)	Waktu unduh (s)
1	30	22	0,7	12

No. Uji	Unduh berkas (MB)	Nilai <i>throughput</i> (mbps)	Rata-rata Latensi (ms)	Waktu unduh (s)
2	40	23	0,7	16
3	50	27	0,6	16
4	100	32	0,7	28
5	200	24	0,7	76

Pengujian kedua merupakan pengujian dengan mengunduh *file* dengan ukuran yang berbeda dan Posisi *access point* berada satu ruangan dengan peneliti saat melakukan pengujian.



Gambar 3. Ilustrasi Pengujian 2

Tabel 3. Pengujian tahap kedua unduh berkas pada frekuensi 2,4 Ghz

No. Uji	Unduh berkas (MB)	Nilai <i>throughput</i> (mbps)	Rata-rata Latensi (ms)	Waktu unduh (s)
1	30	29	0,5	8
2	40	31	0,6	11
3	50	36	0,5	11
4	100	25	0,6	34
5	200	39	0,4	46

Tabel 4. Pengujian tahap kedua unduh berkas pada frekuensi 5 Ghz

No. Uji	Unduh berkas (MB)	Nilai <i>throughput</i> (mbps)	Rata-rata Latensi (ms)	Waktu unduh (s)
1	30	52	0,2	9
2	40	28	0,2	17
3	50	21	0,5	26
4	100	32	0,3	38
5	200	45	0,2	57

Pengujian tahap ketiga adalah menguji *throughput* terhadap kepadatan penggunaan jaringan yang berbeda-beda. Pengujian ini dilaksanakan saat mahasiswa mulai melaksanakan asrama dengan memantau penurunan jumlah pengguna jaringan menggunakan *software* winbox yang terkoneksi pada router. Peneliti menggunakan fasilitas IP -> *hostpot* pada menu winbox guna mengetahui penurunan pengguna secara *real-time* dan disaat bersamaan peneliti mengakses youtube dengan kualitas 2K sebagai bahan uji. Hasil perhitungan *throughput* dan latensi yang ditangkap melalui *software* wireshark adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Pengujian tahap ketiga menguji *throughput* terhadap kepadatan pengguna

No. Uji	Jumlah Pengguna	Nilai <i>throughput</i> (Mbps)	Rata-rata Latensi (ms)
1	70	32 Mbps	0,2 ms
2	80	26 Mbps	0,2 ms
3	100	22 Mbps	0,3 ms
4	110	19 Mbps	0,3 ms
5	120	17 Mbps	0,3 ms

Penilaian awal adalah penilaian terhadap kapasitas *bandwidth*. Dalam penilaian *bandwidth* tidak ada standar baku dalam besaran nilainya namun menurut [12] dalam artikelnya yang mengutip rekomendasi google terdapat tiga kategori pengguna internet yaitu :

Tabel 6. kategori pengguna menurut google

No	Kategori Pengguna Internet	Bandwidth
1	Pengguna ringan	200 Kbps
2	Pengguna sedang	500 Kbps
3	Pengguna berat	1000 Kbps

- a) Pengguna ringan yaitu pengguna yang menggunakan internet hanya untuk mengakses *website* dan email.
- b) Pengguna sedang adalah pengguna yang menggunakan internet untuk administrasi sistem informasi dan mengakses *Cloud* seperti google drive.
- c) Pengguna berat adalah pengguna yang menggunakan internet guna mengakses video (*Streaming video*).

Jika diakumulasikan Pengguna berjumlah 500 Mahasiswa dalam dua angkatan terkoneksi bersama maka diperlukan *bandwidth* sebesar 100 Mbps guna memenuhi aktivitas sebagai pengguna ringan. Dari hasil tersebut besaran *bandwidth* yang dialokasikan masih belum mencukupi untuk menunjang aktivitas pengguna ringan.

Pada penilaian kualitas *throughput* sama halnya dengan *bandwidth* tidak ada standar baku dalam penilaian. Namun peneliti menggunakan hasil penelitian yang dilakukan oleh ITU (*International Telecommunication Union*) yang merupakan organisasi yang berperan dalam perkembangan teknologi telekomunikasi global sebagai acuan standar penilaian. Pada penelitian ITU [13] didapati penggunaan *throughput* yang baik jika pengguna memperoleh 5% dari keseluruhan *bandwidth* yang dialokasikan. Berdasarkan hal tersebut skala penilaian yang dibuat adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Skala Penilaian *throughput*

Indeks	Nilai <i>Throughput</i>	Kategori
1	< 200 Kbps	Tidak baik
2	200 - 500 Kbps	Kurang baik
3	500 Kbps - 1 Mbps	Cukup baik

Indeks	Nilai Throughput	Kategori
4	1 Mbps - 2,5 Mbps	Baik
5	> 2,5 Mbps	Sangat baik

Internasional telecommunication Union (ITU) [14] memberikan panduan dalam komunikasi *real-time* termasuk dalam penilaian latensi. Adapun skala penilaian latensi menurut ITU adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Skala Penilaian latensi

Indeks	Delay/latensi	kategori
1	< 200 ms	Sangat baik
2	200-300 ms	baik
3	301-400 ms	Cukup baik
4	401-500 ms	Kurang baik
5	> 500 ms	Tidak baik

Berdasarkan tabel penilaian di atas pengujian yang dilakukan memperoleh hasil *throughput* yang sangat baik dan latensi yang sangat baik. Pada pengujian pertama penghalang yang berupa dinding tidak mengurangi secara signifikan kualitas *throughput* yang diterima. *Access point* berstandar IEEE 802.11ac mampu mengatasi masalah penghalang tersebut. Rata - rata perolehan *throughput* berada pada angka 26,4 Mbps dengan latensi 0,7 ms pada frekuensi 2,4 Ghz dan *Throughput* 25,6 Mbps dan 0,6 ms pada frekuensi 5 Ghz sesuai tabel hasil pengujian dikategorikan sangat baik.

Pada pengujian kedua koneksi jaringan nirkabel tanpa penghalang. Rata-rata nilai *throughput* dan latensi pada frekuensi 2,4 Ghz adalah 32 Mbps dan 0,5 ms latensi. sedang pada frekuensi 5 Ghz adalah 35,6 Mbps *throughput* dan 0,2 ms latensi. Sesuai tabel hasil pengujian dikategorikan sangat baik.

Pengujian ketiga adalah kualitas *throughput* pada kepadatan pengguna yang berbeda - beda didapati penurunan kualitas *throughput* saat jaringan dalam kondisi pada. Terpantau saat jumlah pengguna berada pada jumlah 120 orang nilai *throughput* yang diterima adalah 17 Mbps. Sesuai tabel hasil pengujian dikategorikan sangat baik. Namun nilai *throughput* akan semakin kecil jika jumlah pengguna bertambah.

4. SIMPULAN

Kesimpulan yang peneliti dapatkan pada penelitian bahwa besaran *bandwidth* mempengaruhi penerimaan *throughput*. Hal ini berdasarkan *throughput* yang diterima dengan besar maksimal pada angka 52 Mbps. *Bandwidth* yang lebih besar akan besar pula nilai maksimal *throughput* yang diperoleh. Besaran nilai *throughput* masih dipandang sangat baik jika disesuaikan dengan acuan nilai *throughput* berkisar di 5% dari total *bandwidth*. Besaran *throughput* menyesuaikan dengan penggunaan. Saat digunakan untuk proses yang berat seperti mengunduh file besar nilai *throughput* akan menjadi besar namun tetap berada pada batas *bandwidth* yang ditentukan. Latensi mempengaruhi kecepatan

transfer data. *Throughput* yang besar tidak akan menghasilkan kecepatan transfer yang baik jika nilai latensi tinggi. Kepadatan pengguna mempengaruhi nilai *throughput* terbukti dari hasil penelitian tahap ketiga. Semakin banyak pengguna semakin kecil nilai *throughput* yang diperoleh. Pada pengujian pertama dan kedua didapati bahwa kualitas jaringan nirkabel dipengaruhi pula oleh posisi penempatan *access point*. Saat *access point* tidak terhalang kualitas yang diterima akan lebih optimal dibandingkan yang terkena penghalang seperti dinding dan media padat lainnya. Kualitas Frekuensi 5Ghz lebih unggul dibandingkan dengan Frekuensi 2,4 Ghz. Hal ini di tunjukan dari rata-rata *Throughput* yang diterima dan rata-rata latensi yang lebih kecil.

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang dilakukan terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan bahwa peningkatan besar *bandwidth* dibutuhkan jika jumlah pengguna simultan dalam penggunaan jaringan internet di atas 250 Pengguna (Penyesuaian kategori penggunaan ringan menurut google). Perlunya manajemen *bandwidth* yang lebih baik untuk pembagian *bandwidth* yang lebih merata kepada pengguna. Pembagian *bandwidth* ini bermaksud agar pengguna memperoleh nilai yang sama dalam besaran *bandwidth* sehingga setiap pengguna merasakan pengalaman yang sama dan nilai *throughput* yang lebih konsisten. Penggunaan *access point* berstandar IEEE 802.11 ac dan standar yang lebih baru dapat meningkatkan kenyamanan penggunaan internet. Penggunaan teknologi MU-MIMO dalam perangkat *access point* dapat mengatasi masalah jaringan nirkabel dalam satu tempat yang padat pengguna. Seperti yang dikutip dari [15] teknologi *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) yang merupakan teknologi nirkabel dengan beberapa pemancar (TX) dan penerima (RX) yang dapat melakukan proses transmisi data secara bersamaan serta dapat meningkatkan kualitas pengiriman data. Perhatikan penempatan *access point* untuk mengoptimalkan penggunaannya terhadap pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Aji, "Tinjauan Teknis Teknologi Perangkat Wireless Dan Standar Keamanannya," *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*, Pp. 75-83, 2006.
- [2] Y. S. Putra, M. T. I. Dan F. S. Mukti, "Optimalisasi Nilai Throughput Jaringan Laboratorium Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (Studi Kasus: Stmik Asia Malang)," *Jurnal Ilmiah Nero*, Vol. 5, Pp. 83-90, 2020.
- [3] Ovan Dan A. Saputra, Cami : Aplikasi Ui Validitas Dan Realibilitas Instrumen Pendidikan Berbasis Web, Takalar: Yayasan Ahmar Cendekia Indonesia, 2020.
- [4] P. Silitonga Dan I. S. M. , "Analisis Qos (Quality Of Service) Jaringan Kampus Dengan Menggunakan Microtic Routerboard," *Jurnal Times*, Pp. 19-24, 2014.
- [5] S. Amri, J. Triyono Dan R. Y. R. K, "Analisis Kinerja Wireless Access Point (Wap) Dan Virtual Access Point (Vap) Pad," *Jurnal Jarkom Vol. 3*, Pp. 22-34, 2017.
- [6] Yusantono, "Analisis Dan Perbandingan Jaringan Wifi Dengan Frekuensi 2.4 Ghz Dan 5 Ghz Dengan Metode Qos," *Journal Of Information System And Technology*, Pp. 34-51, 2020.
- [7] M. Nasrullah Dan I. Riadi, "Analisis Kinerja Jaringan Wireless Lan Dengan

Menggunakan Metode Quality Of Service (Qos),” *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, Pp. 241-250, 2015.

- [8] R. A. Kusuma Dan I. Surjati, “Analisis Implementasi Metode Rewiring Berbasis Modifikasi Topologi Untuk Pemecahan Masalah Kepadatan Trafik Jaringan,” *Jurnal Elektro*, Vol. 10, Pp. 29-44, 2017.
- [9] A. Kadir Dan K. Tone, “Analisa Kerja Access Point Jaringan Wireles Pada Universitas Al Asyariah Mandar,” *Jurnal Ilmu Komputer*, Pp. 1-7, 2015.
- [10] R. Wulandari, “Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – Lipi),” *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, Pp. 162-172, 2016.
- [11] B. Aprianto, F. D. M Dan A. Hamidillah, “Analisis Quality Of Service (Qos) Pada Jaringan Internet Smk Negeri 7 Jakarta,” *Jurnal Pinter*, 2020.
- [12] T. D. Susanto, “Notes.Its.Ac.Id,” 2020. [Online]. Available: <https://Notes.Its.Ac.Id/Tonydwisusanto/2020/08/03/Bandwidth-Menghitung-Kebutuhannya-Cara-Sederhana-Memahaminya/>. [Diakses 29 05 2023].
- [13] International Telecommunication Union, “Minimum Requirements Related To Technical Performance For Imt-2020 Radio Interface(S),” *M Series : Mobile, Radiodetermination, Amateur And Related Satellite Services*, Pp. 1-9, November 2017.
- [14] International Telecommunication Union, “One-Way Transmission Time,” *Series G: Transmission Systems And Media, Digital Systems And Networks*, Pp. 1-12, 6 May 2003.
- [15] N. Dian, T. Deni, K. Adi Dan H. Muttaqin, “Analisa Kinerja Metode Deteksi Pada Sistem Komunikasi Mimo,” *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer Triac*, 2022.