

**PENGUKURAN DAN ANALISA PENGARUH
INTERFERENSI BLUETOOTH TERHADAP KINERJA
JARINGAN WLAN 802.11b**

Tugas Akhir
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S – 1 Jurusan Teknik Elektro



Oleh:

**AMRIANSYAH
F1B013015**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2020**

TUGAS AKHIR

**PENGUKURAN DAN ANALISA PENGARUH INTERFERENSI
BLUETOOTH TERHADAP KINERJA JARINGAN WLAN 802.11b**

Oleh:
AMRIANSYAH
F1B013015

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

- 1 Dosen Pembimbing Utama,



Abdullah Zainuddin, ST., MT.
NIP. 19721026 199803 1 002

Tanggal: 18/11/19

- 2 Dosen Pembimbing Pendamping,



Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19720222 199903 1 002

Tanggal: 11/11/19

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19720222 199903 1 002

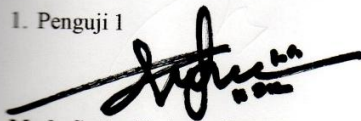
**TUGAS AKHIR
PENGUKURAN DAN ANALISA PENGARUH INTERFERENSI
BLUETOOTH TERHADAP KINERJA JARINGAN WLAN 802.11b**

**Oleh:
AMRIANSYAH
F1B013015**

Telah diujikan di depan tim Penguji
Pada tanggal 14 januari 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1
Jurusan Teknik Elektro


Susunan Tim Penguji

1. Penguji 1


Made Sutha Yadnya, ST.MT
NIP : 19720117 199903 1 001

Tanggal: 26/01/2020

2. Penguji 2


Suthami Ariessaputra, S.T., M.Eng.
NIP : 19850327 201404 1 001

Tanggal: 23/01/2020

3. Penguji 3


Sudi M. Al Sasongko, ST.MT
NIP : 19670526 199703 1 001

Tanggal: 23/01/2020



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram

Akmaluddin ST., MSc.(Eng.), Ph.D.
NIP: 19681231 199412 1001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh tanggung jawab dan konsekuensi serta menyatakan bersedia menerima sanksi terhadap pelanggaran dari pernyataan tersebut.

Mataram 26 januari 2020

(Amriansyah)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
PRAKATA.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
ABSTRAK	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB I: Pendahuluan	3
BAB II: Tinjauan Pustaka Dan Dasar Teori	3
BAB III: Metodologi Penelitian.....	3
BAB IV: Implementasi Dan Analisa Data	3
BAB V: Kesimpulan Dan Saran	3
BAB II.....	4

LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pengertian Pengukuran.....	5
2.2.2 Pengertian Interferensi	5
2.2.3 Arsitektur Protokol TCP/IP.....	6
2.2.4 Model OSI.....	8
2.2.5 Jaringan wireless	10
2.2.6 Teknologi jaringan Wi-Fi.....	11
2.2.7 Line of Sight.....	12
2.2.8 Topologi Jaringan Wireless.....	13
2.2.10 Komponen Utama Jaringan Wireless.....	14
2.2.11 Teknologi <i>Bluetooth</i>	16
2.2.13 Quality of Service (QOS).....	28
2.2.14 Intersymbol Interference (ISI).....	30
2.2.15 Hubungan RF Transmisi	32
2.2.17 Perangkat Lunak Pendukung.....	34
BAB III.....	36
METODOLOGI PENELITIAN.....	36
3.1 Metode Pengumpulan Data	36
3.1.1 Observasi.....	36
3.1.2 Studi Literatur	36
3.2 Skenario Pengujian.....	38
3.3 Implementasi Konfigurasi Router	40

3.4	Proses dan Tahap Pengambilan Data	44
3.5	Konfigurasi Perangkat	48
BAB IV		51
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		51
4.1	Data Pengukuran	51
4.1.1	Tanpa Adanya Interferensi Bluetooth	51
4.1.2	Adanya Interferensi Bluetooth dengan Perubahan Jarak Antara Tx dan Rx	57
4.1.3	Adanya Interferensi dari Pertambahan Jarak Bluetooth Terhadap Rx..	62
BAB V.....		69
KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
5.1	KESIMPULAN	69
5.2	SARAN	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model OSI.....	9
Gambar 2. 2 Interferensi Pada Layer TCP/IP	10
Gambar 2. 3 Line of Sight.....	12
Gambar 2. 4 Fresnel Zone.....	13
Gambar 2. 5 Ad Hoc	14
Gambar 2. 6 Infrastructur	14
Gambar 2. 7 Acces Point.....	15
Gambar 2. 8 WLAN Card	15
Gambar 2. 9 Alokasi Frekuensi Radio	16
Gambar 2. 10 Protokol <i>Bluetooth</i>	17
Gambar 2. 11 Sinyal Frekuensi Hopping Master dan Slave	20
Gambar 2. 12 Blog Fungsional Sistem Bluetooth.....	22
Gambar 2. 13 Protokol Bluetooth	26
Gambar 2. 14 Data yang Dikirim.....	31
Gambar 2. 15 Data yang Diterima	31
Gambar 2. 16 Tampilan Awal Wireshark	35
Gambar 3. 1 Blok Sistem Keseluruhan.....	39
Gambar 3. 2 Wireless N Access Point TL-WA701ND.....	40
Gambar 3. 3 Local Area Connection.....	40
Gambar 3. 4 Mengisi Internet Protocol (TCP/IPv4)	41
Gambar 3. 5 Tampilan Awal Masuk ke Konfigurasi TP-Link.....	41
Gambar 3. 6 Masuk ke Internet Connection	42
Gambar 3. 7 Konfigurasi Jaringan	42
Gambar 3. 8 Konfigurasi jaringan.....	43
Gambar 3. 9 Konfigurasi Jaringan	43
Gambar 3. 10 Status Akhir Konfigurasi.....	44
Gambar 3. 11 konfigurasi vlc pada laptop Server.....	44
Gambar 3. 12 Penambahan Video Streaming	45

Gambar 3. 13 Proses Awal Streaming Video	45
Gambar 3. 14 Pemilihan Protokol Streaming	46
Gambar 3. 15 Proses Akhir Streaming video.....	46
Gambar 3. 16 Konfigurasi VLC pada Laptop Client	47
Gambar 3. 17 Memasukkan URL dari Video Streaming	47
Gambar 3. 18 Capture File pada Wireshark.....	48
Gambar 3. 19 Hasil dari Percobaan Pada Wireshark	48
Gambar 3. 20 Set-Up Pengukuran	48
Gambar 3. 21 Skenario Pengukuran Tanpa Adanya Bluetooth Dengan Variasi Jarak	49
Gambar 3. 22 Skenario Pengukuran Interferensi Terhadap Jarak antara Tx-Rx	50
Gambar 3. 23 Skenario Pengukuran Interferensi Jarak dari Bluetooth Terhadap Rx .	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kanal Jaringan Wireless 2.4 GHz	11
Tabel 2. 2 Pita Range Kanal RF.....	20
Tabel 2. 3 Protokol dan Lapisan pada Arsitektur Protokol Bluetooth	27
Tabel 2. 4 Alokasi frekuensi pada spektrum2.4 GHz	28
Tabel 2. 5 Throughput.....	29
Tabel 2. 6 Delay	30
Tabel 2. 7 Jitter.....	30

PRAKATA

Puji syukur penulis sampaikan kehadiran Tuhan yang Maha Esa Allah Subhanahu wa Ta'ala. atas segala limpahan *rhmat* dan *taufik*-Nya, shalawat dan salam untuk nabi Muhammad Shallallahu'alaihi Wa sallam beserta para keluarga dan sahabatnya, serta tak lupa juga penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya untuk kedua orang tua tercinta yang telah memberikan motivasi, dukungan dan inspirasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan cukup lancar yang walaupun terdapat beberapa permasalahan ketika proses penyelesaiannya namun *Alhamdulillah* bisa di atasi.

Tugas akhir ini berjudul “**Pengukuran dan Analisa Pengaruh Interferensi Bluetooth Terhadap Kinerja Jaringan WLAN802.11b**”. Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini yaitu untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana S1 Teknik Elektro Universitas Mataram serta untuk meningkatkan pemahaman dari penulis tentang materi yang sudah didapatkan dalam perkuliahan.

Dalam proses pembuatan tugas akhir ini penulis, sudah berusaha dengan cukup maksimal agar tugas akhir ini bisa mendapatkan hasil sesuai harapan. Jika para pembaca sekalian menemukan adanya kekurangan dan kesalahan dari tugas akhir ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca sekalian baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhirnya penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga pula atas waktu dan perhatian para pembaca sekalian. Semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembaca. Aamiin.

Mataram, Januari 2020

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini dapat di selesaikan berkat limpahat rahmat Tuhan yang maha Esa Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Kemudian atas bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Akmaluddin, ST., MSc.(Eng).,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mataram.
2. Bapak Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram.
3. Bapak Abdullah Zainuddin, ST., MT., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama menyusun Tugas Akhir ini.
5. Bapak Made Sutha Yadnya, ST., MT., Suthami Ariessaputra, ST., M.Eng., Sudi M. Al Sasongko, ST., MT., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan untuk kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.
6. Dosen-dosen yang telah mengajar penulis selama masa perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
7. Ar ahman selaku ayah penulis, Zubaidah selaku ibu penulis serta Israruddin, SpdI., Kaharuddin, Spt., dan Gusni Wati selaku kaka penulis yang telah memberikan bantuan untuk menyelsaikan Studi penulis di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.
8. Teman-teman seperjuangan Abdul Hafidz, Adi Susanto (Radek), Abdul Amar serta mahasiswa jurusan Teknik Elektro yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan baik secara moril maupun material kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
9. Segenap staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram.

10. Serta semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan bantuan dan do'a sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang diberikan kepada Penulis. Aamiin.

Mataram, Januari 2020

Penulis

ABSTRAK

Wireless merupakan teknologi yang berkembang pada saat ini, karena medianya tidak membutuhkan kabel sebagai media transmisi. Pada jaringan *Wireless* bisa menimbulkan sebuah interferensi yang merupakan kondisi dalam suatu jaringan yang bekerja pada kanal yang sama dan dalam dunia wifi, interferensi adalah sesama sinyal gelombang radio yang beroperasi pada frekuensi, interval, dan area yang sama.

Kepopuleran dan teknologi *wireless* bertumbuh dengan cepat seiring waktu. Salah satu teknologi wireless yang paling mendominasi di lingkungan masyarakat yaitu Wi-Fi dan Bluetooth. Wi-Fi dan Bluetooth merupakan teknologi *wireless* yang menggunakan spektrum frekuensi pita ISM pada frekuensi 2,4 GHz. Penggunaan spektrum pita frekuensi yang sama dapat berkemungkinan terjadi interferensi antar teknologi tersebut .

Pada penelitian ini telah dilakukan pengukuran dengan beberapa skenario yang berbeda untuk melihat dan menganalisa pengaruh pertambahan jarak dan inteferensi terhadap beberapa parameter *quality of service*, dimana hasil penelitian didapatkan bahwa semakin jauh jarak antara Tx dan Rx maka nilai dari *throughput* dalam kondisi LOS maupun NLOS mengalami penurunan dari kondisi awal jarak 1,5 meter sebesar 1644,5 (bit/s) hingga 1396 (bit/s) pada kondisi terjauh yaitu 5,5 meter dan dari keseluruhan skenario percobaan pengujian dalam kondisi LOS didapatkan nilai uji yang baik. dibandingkan dengan kondisi NLOS dengan rata-rata tingkat hubungannya terhadap jarak dan terjadinya interferensi sebesar 0,7% dibandingkan dengan kondisi NLOS dengan rata-rata nilai yang didapatkan yaitu 0,9%

Kata kunci : *Wireless, Interferensi, Throughput, Delay, Jitter*

ABSTRACT

Wireless is a technology that is developing at this time, because the medium does not require cable as a transmission medium. In wireless networks can cause interference which is a condition in a network that works on the same channel and in the world of wifi, interference is a fellow radio wave signal that operates at the same frequency, interval and area.

The popularity and wireless technology is growing rapidly over time. One of the most dominating wireless technologies in the community is Wi-Fi and Bluetooth. Wi-Fi and Bluetooth are wireless technologies that use the ISM frequency spectrum at 2.4 GHz. The use of the same frequency band spectrum is likely to cause interference between technologies.

In this study measurements have been made with several different scenarios to see and analyze the effect of increasing distance and interference on several parameters of quality of service, where the results show that the farther distance between Tx and Rx, the value of throughput in LOS and NLOS conditions has decreased from the initial conditions a distance of 1.5 meters is 1644.5 (bit / s) to 1396 (bit / s) at the farthest condition which is 5.5 meters and from the whole scenario of test trials under LOS conditions it is found that the test values are good compared to NLOS conditions with an average level of relationship to distance and the occurrence of interference of 0.7% compared to the NLOS conditions with an average value of 0.9%

Keywords: Wireless, Interferensi, Throughput, Delay, Jitter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi telekomunikasi pada saat ini telah digunakan untuk bermacam-macam kebutuhan. Setiap pengguna dapat memilih jenis teknologi telekomunikasi yang sesuai untuk mengirimkan dan menerima informasi dengan cepat dan efisien. Dalam perkembangan teknologi informasi terdapat sebuah jaringan yang tidak menggunakan media kabel untuk mengalirkan informasi yang disebut jaringan nirkabel.

Salah satu teknologi *wireless* yang paling mendominasi di lingkungan masyarakat yaitu Wi-Fi. Umumnya, Wi-Fi atau *Wireless Fidelity* mengacu pada jenis WLAN IEEE 802.11. Standar IEEE 802.11b untuk Wireless Local Area Networking (WLAN) merupakan teknologi yang benar-benar menjanjikan dalam dunia wireless. WLAN memperluas jangkauan Local Area Networks (LAN) dengan menyediakan konektivitas nirkabel.

Wireless-LAN (WLAN) 802.11b menggunakan spektrum frekuensi pita ISM (*Industry, Science, and Medical*) pada frekuensi 2,4 Ghz yang didesain yang diharapkan dapat melakukan komunikasi data menggunakan radio kecepatan tinggi sesederhana mungkin dan bebas lisensi (P. Patil, J. Kim, & M. Ni, 2006). Banyak teknologi wireless yang sama-sama menggunakan spektrum frekuensi pita ISM pada frekuensi 2,4 GHZ seperti *Bluetooth, Microwave Oven, RF Lighting, Cordless Telephone, Video Security System* dan *Wireless Camcoder*.

Penggunaan spektrum pita frekuensi yang sama dapat berkemungkinan terjadi interferensi antar teknologi tersebut. Interferensi adalah sesama sinyal gelombang radio yang beroperasi pada frekuensi, interval, dan area yang sama, akibatnya device client akan mengalami error saat menerjemahkan kode informasi yang sama. Interferensi merupakan salah satu hal yang secara alami muncul dalam penggunaan medium radio. Interferensi akan berpengaruh pada performansi yaitu akan mengakibatkan penurunan performansi dari jaringan WLAN seperti kecepatan dan

throughput. Inteferensi biasa terjadi saat kondisi seperti ketika sebuah kantor menyediakan area Wi-Fi dan menggunakan printer Bluetooth.

Pada laporan tugas akhir ini , penulis telah melakukan pengukuran untuk melihat dan menganalisa pengaruh inteferensi terhadap beberapa kinerja parameter Wi-Fi IEEE 802.11b . Teknologi yang digunakan untuk pengukuran yaitu Bluetooth versi 4.1 dengan daya pancar (+20dBm) dan Wi-Fi dari *access point* dengan daya pancar (<20dBm) dengan skenario pengukuran 1 Laptop sebagai *transmitter* dan 1 Laptop sebagai *receiver* yang terhubung dengan jaringan Wi-Fi yang sama dengan 4 bluetooth sebagai penginterferensi. Pengukuran akan dilakukan pada Wi-Fi indoor dengan dua kondisi LOS (*Line of Sight*) dan NLOS (*Non Line of Sight*) dengan bluetooth dan tanpa adanya bluetooth. Parameter yang akan diukur dari jaringan yaitu *Throughput, delay* dan *jitter* ketika dibebani oleh video *streaming*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang diteliti adalah: Perlu untuk mengetahui kualitas dari parameter QOS (*Troughput, Delay* dan *Jitter*) setelah adanya interferensi *bluetooth* pada jaringan WLAN 802.11b saat kondisi NLOS dan LOS.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Hanya menggunakan *Bluetooth* sebagai media penginterferensi.
2. Parameter QOS yang diukur hanya pada jaringan WLAN Fakultas teknik Universitas Mataram.
3. Perhitungan parameter QOS hanya pada saat pengiriman data dari komputer *server* ke komputer *client*.
4. Tidak membahas secara mendalam tentang noise.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kualitas dari parameter QOS WLAN 802.11b saat ada ataupun tidak adanya interferensi dalam kondisi NLOS dan LOS.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diperoleh dari laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai titik acuan dalam menganalisis nilai dari QOS untuk mengukur kinerja pada jaringan WLAN
2. Mendapatkan pengetahuan mengenai pengaruh interferensi terhadap parameter QOS yang baik saat pengiriman data dalam suatu jaringan WLAN

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan tugas akhir ini yaitu:

BAB I: Pendahuluan

Pada bab ini memuat tentang latar belakang masalah yang melatarbelakangi penyusunan laporan tugas akhir ini, rumusan masalah, batasan permasalahan, tujuan penulisan, manfaat penelitian, dan metode penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan.

BAB II: Tinjauan Pustaka Dan Dasar Teori

Pada bab ini memuat tentang tinjauan pustaka dan dasar teori. Pada tinjauan pustaka berisi penelitian-penelitian terkait yang pernah dilakukan oleh peneliti-peneliti lain sebelumnya, sedangkan pada dasar teori berisi teori-teori yang menunjang penelitian ini seperti jaringan *Wireless*, *Interferensi*, *Bluetooth* Parameter *Qos* dan lain sebagainya.

BAB III: Metodologi Penelitian

Pada bab ini memuat tentang metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan-permasalahan dalam penelitian ini.

BAB IV: Implementasi Dan Analisa Data

Pada bab ini memuat tentang pembahasan mengenai hasil yang diperoleh berdasarkan perhitungan selama penelitian berlangsung.

BAB V: Kesimpulan Dan Saran

Pada bagian ini memuat tentang kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada laporan tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti lain sebagai bahan referensi yang terkait dengan topik pada pengerjaan laporan ini, diantaranya sebagai berikut:

Mobilan Corporation, (2001) dalam penelitian yang berjudul “Wi-Fi™ (802.11b) and Bluetooth™ : *An Examination of Coexistence Approaches*” menyatakan probabilitas terjadinya benturan antara Bluetooth dan Wi-Fi saat bekerja bersamaan adalah 55%, yang hanya berfokus pada pengaruh interferensi terhadap performa Wi-Fi dan hanya mengukur satu parameter saja yaitu *Throughput*.

Per Haglund dan Kristian Garder, (2001) dalam penelitiannya yang berjudul “*Bluetooth Software and Hardware Development*” tentang interferensi antara Bluetooth dan Wi-Fi (802.11b) dengan hanya berfokus pada pengaruh interferensi terhadap Bluetooth dengan probabilitas 22% saat bekerja bersamaan dengan hanya mengukur parameter *Throughput*.

Virgono, Sumadjudin, Rosy, & Hutomo, (2009) dalam penelitiannya telah melakukan pengujian pengaruh besar area hotspot dan interferensi pada WLAN IEEE 802.11b dengan software Netstumbler . Dalam melakukan pengukuran interferensi berhasil dengan parameter throughput dan kapasitas kanal dengan tingkat benturan saat bekerja sama sebanyak 50%. Namun pada pengukuran hanya menggunakan kondisi tanpa interferensi dan ada interferensi.

Asep Insani, (2011) dalam penelitiannya telah melakukan pengujian pengaruh performansi akibat interferensi pada sistem Bluetooth dan Wi-Fi(802.11b), dalam melakukan pengukuran berhasil dengan beberapa parameter dari kedua sistem tersebut dengan hanya melakukan pengujian tanpa adanya tambahan sistem penginterferensi baik dari Wi-Fi maupun dari Bluetooth.

Ikawati, Siswandari, & Puspito, (2011) dalam penelitiannya telah melakukan pengujian interferensi elektromagnetik pada propagasi wi-fi indoor dengan software

Q-check . Dalam melakukan pengukuran inteferensi berhasil dengan beberapa parameter dengan tingkat keberhasilan terjadinya benturan sebesar 54%. Namun dalam melakukan pengukuran tersebut serta pengujian hanya dilakukan dengan 2 bluetooth sebagai penginteferensi.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Pengukuran

Ukur adalah pengukur, ukuran, atau sudah tentu, sedangkan pengukuran adalah proses atau cara perbuatan melakukan sebuah pengukuran. (KBBI :2008)

2.2.2 Pengertian Interferensi

Interferensi adalah dari sinyal-sinyal yang berkompetisi dalam band frekuensi yang saling tumpang tindih dapat mengubah atau menghapuskan sinyal. Interferensi menjadi perhatian khusus untuk media kabel, namun bagi media tanpa kabel interferensi juga menjadi masalah yang cukup besar.

Penyebab terjadinya interferensi pada jaringan lain yaitu interferensi yang disebabkan pada jaringan wireless lain yang bekerja pada band frekuensi yang sama, sedangkan interferensi yang terjadi pada jaringan itu sendiri terjadi jika menggunakan frekuensi yang sama lebih dari satu kali, menggunakan channel yang tidak mempunyai cukup jarak/ spasi antar channelnya, atau menggunakan urusan frekuensi hopping yang tidak benar, dan interferensi yang terjadi dari sinyal out-of-band disebabkan oleh sinyal yang kuat di luar frekuensi band yang digunakan, misalnya pemancar AM, FM, atau TV

Interferensi dibagi kepada beberapa jenis, yaitu:

1. Interferensi antar jaringan satelit adalah gangguan yang diakibatkan jarak antara satelit satu dengan yang lainnya.
2. Interferensi jaringan Terrestrial adalah gangguan yang disebabkan frekuensi kerja dari sistem sama.
3. *Interferensi Croos Polarisasi* adalah gangguan disebabkan dari pengguna frekuensi yang sama dan power yang dipancarkan/Transmitter.

4. Interferensi *Co channel* (antar kanal) adalah gangguan disebabkan oleh frekuensi channel atau tidak ada jarak antar kedua frekuensi (Guard band).
5. Interferensi *Retransmit* adalah gangguan disebabkan ketidak sempurnaan instalasi st.bumi/SNG yang bekerja pada frekuensi 52-88 Mhz sehingga frekuensi radio FM 88-108 Mhz akan masuk ke dalam sistem up link.
6. Interferensi *Intermodulasi* antar *Carrier* adalah gangguan ini ketidak linearan dari power amplifier (HPA) bila digunakan untuk multi carrier, terjadi akibat: kedekatan satelit, Coverage yang saling *overlapping*, Band frekuensi yang sama.

Interferensi dapat bersifat membangun dan merusak. Bersifat membangun jika beda fase kedua gelombang sama dengan nol, sehingga gelombang baru yang terbentuk adalah penjumlahan dari kedua gelombang tersebut. Bersifat merusak jika beda fasenya adalah 180 derajat, sehingga kedua gelombang saling menghilangkan.

2.2.3 Arsitektur Protokol TCP/IP

Arsitektur protokol TCP/IP adalah hasil penelitian dan pengembangan protokol yang dilaksanakan pada jaringan penyambungan paket eksperimental, ARPANET, yang dibiayai oleh DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*), dan umumnya di rujuk sebagai paket protokol TCP/IP. Paket protokol ini terdiri dari sekumpulan besar protokol yang telah diterbitkan sebagai standar Internet dan IAB (*Internet Architecture Board*).

a. Lapisan-lapisan TCP/IP

Dalam istilah umum, komunikasi dapat dikatakan melibatkan tiga agen : aplikasi, komputer, dan jaringan. Contoh aplikasi termasuk perpindahan berkas dan surat elektronik. Aplikasi-aplikasi yang dibahas di sini adalah aplikasi-aplikasi tersebar yang melibatkan pertukaran data antara dua sistem komputer. Aplikasi-aplikasi ini, dan yang lainnya, berjalan pada komputer-komputer yang sering kali dapat mendukung aplikasi berganda secara simultan. Komputer terhubung ke jaringan, dan data yang hendak dipertukarkan dipindahkan menggunakan jaringan dari satu komputer ke komputer lain. Maka, perpindahan data dari satu aplikasi ke

yang lain pertama-tama melibatkan perpindahan data ke komputer tempat aplikasi berada lalu memindahkan data ke aplikasi tujuan dalam komputer.

1. Lapisan fisik (*physical layer*)

Mencakup antarmuka fisik antara sebuah perangkat transmisi data (misal workstation, komputer) dan media transmisi atau jaringan. Lapisan ini berurusan menentukan karakteristik media transmisi, sifat sinyal, laju data, dan masalah-masalah terkait lainnya.

2. Lapisan akses jaringan (*network access layer*)

Berurusan dengan pertukaran data antara sistem akhir (server, workstation, dan lain-lain) dan jaringan yang terhubung. Komputer pengirim harus menyediakan alamat komputer tujuan kepada jaringan, sehingga jaringan dapat merutekan data ke tujuan yang sesuai. Komputer pengirim dapat menggunakan layanan-layanan tertentu, seperti prioritas, yang mungkin disediakan jaringan.

3. Lapisan internet (*internet layer*)

Pada kasus-kasus ketika dua perangkat terhubung ke jaringan-jaringan berbeda, diperlukan prosedur-prosedur untuk memungkinkan data melewati banyak jaringan yang saling terhubung. Ini adalah fungsi Lapisan internet. Internet protokol (IP, Protokol Internet) digunakan pada lapisan ini untuk menyediakan fungsi perutean melalui banyak jaringan. Protokol ini diimplementasikan tidak hanya pada sistem akhir tetapi juga dalam router. Router adalah pengolah yang menghubungkan dua jaringan dan fungsi utamanya adalah meneruskan data dari satu jaringan ke jaringan lain dalam rutenya dari sistem akhir sumber menuju tujuan.

4. Lapisan host-to-host, atau transport (*transport layer*)

Seperti yang dapat dilihat, mekanisme penyediaan keandalan pada dasarnya terpisah dari sifat aplikasi. Maka, masuk akal untuk mengumpulkan mekanisme-mekanisme itu dalam lapisan bersama yang digunakan bersama oleh semua aplikasi, lapisan ini disebut dengan lapisan *transport layer*.

5. Lapisan aplikasi (*application layer*)

Berisi logika yang diperlukan untuk mendukung berbagai aplikasi pengguna. Untuk tiap jenis aplikasi berbeda, seperti perpindahan berkas, modul terpisah diperlukan khusus untuk aplikasi tersebut.

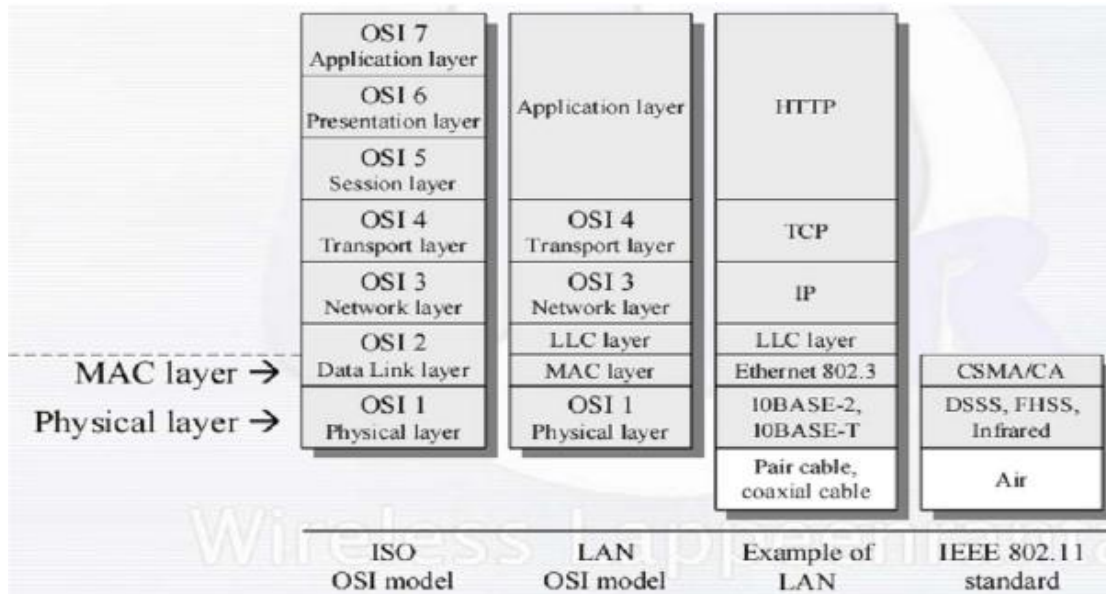
b. Cara Kerja TCP/IP

Agar jelas bahwa fasilitas komunikasi keseluruhan dapat terdiri dari banyak jaringan, tiap jaringan penyusun biasanya disebut subjaringan (*subnetwork*). Sejenis protokol akses jaringan, seperti misalnya logika *Ethernet*, digunakan untuk menghubungkan komputer ke subjaringan. Protokol ini memungkinkan host mengirimkan data menyeberangi subjaringan ke host lain atau, dalam kasus host pada subjaringan lain, ke sebuah router. IP diimplementasikan di semua sistem akhir dan router. IP bertugas sebagai penerus untuk memindahkan suatu blok data dari satu host, melalui satu atau lebih router, ke host lain. TCP diimplementasikan hanya di sistem-sistem akhir. TCP mengawasi blok-blok data untuk menjamin semua blok terkirim dengan andal ke aplikasi yang sesuai.

Agar komunikasi berhasil, tiap entitas dalam sistem keseluruhan harus memiliki alamat unik. Sebenarnya, diperlukan dua tingkat pengalamatan. Tiap host dalam satu subjaringan harus memiliki alamat internet global unik. Hal ini memungkinkan data dikirimkan ke host yang benar. Tiap proses dalam host harus memiliki alamat yang unik dalam host itu. Hal ini memungkinkan protokol host-to-host (TCP) mengirimkan data ke proses yang benar. Alamat-alamat yang disebut belakangan ini disebut juga sebagai port.

2.2.4 Model OSI

Model rujukan *Open Systems Interconnection (OSI)* di kembangkan oleh *International Organization for Standardization (ISO)* sebagai model arsitektur protokol computer dan sebagai bingkai kerja untuk pengembangan standar-standar protokol. Model OSI terdiri dari tujuh lapisan:



Gambar 2. 1 Model OSI

a. Application

Menyediakan akses ke lingkungan OSI untuk pengguna dan juga menyediakan layanan-layanan informasi tersebar.

b. Presentation

Menyediakan kemandirian kepada proses-proses aplikasi dari perbedaan pada penyajian data (sintaks).

c. Session

Menyediakan struktur kendali untuk komunikasi antar aplikasi; membentuk, mengelola, dan memutuskan sambungan (sesi) antar aplikasi yang berkerja sama.

d. Transport

Menyediakan perpindahan data andal, transparan antar titik akhir menyediakan pemulihan galat dan kendali aliran ujung ke ujung.

e. Network

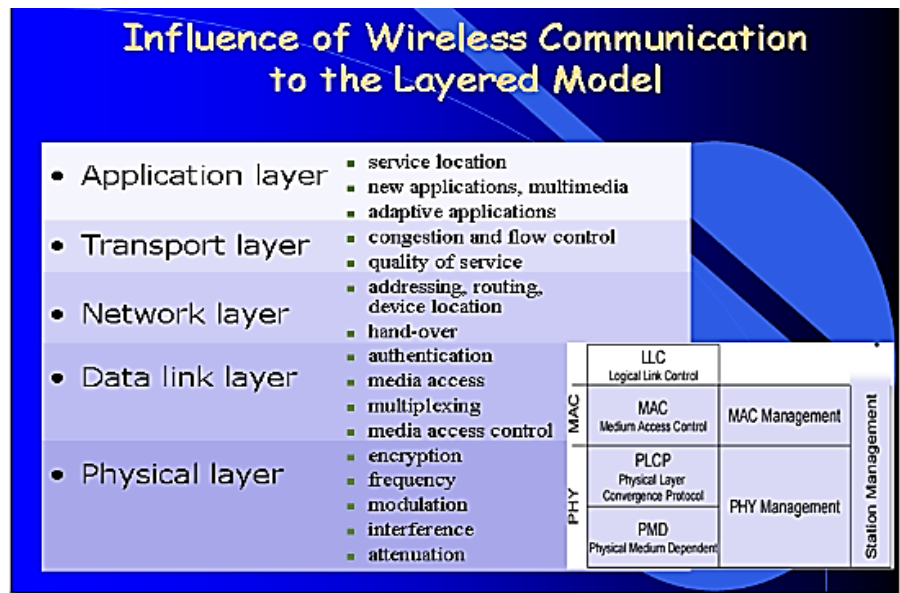
Menyediakan kemandirian kepada lapisan-lapisan atas dari teknologi transmisi dan penyambungan data yang digunakan untuk menghubungkan sistem bertganggung jawab membentuk, mengelola, dan memutuskan sambungan.

f. Data link

Menyediakan perpindahan data andal menyebrangi tautan fisik mengirimkan blok-blok (bingkai-bingkai) dengan pensinkronan, kendali galat, dan kendali aliran yang diperlukan.

g. Physical

Berurusan dengan transmisi aliran bit tidak terstruktur melalui media fisik; berurusan dengan ciri-ciri mekanis, elektris, fungsional, dan prosedural terhadap akses ke media fisik.



Gambar 2. 2 Interferensi Pada Layer TCP/IP

2.2.5 Jaringan wireless

Komunikasi tanpa kabel/nirkabel (*wireless*) telah menjadi kebutuhan dasar atau gaya hidup baru masyarakat informasi. LAN nirkabel yang lebih dikenal dengan jaringan Wi-Fi menjadi teknologi alternatif dan relatif lebih mudah untuk diimplementasikan di lingkungan kerja (SOHO/ *Small Office Home Office*), seperti di perkantoran, laboratorium, komputer, dan sebagainya. Instalasi perangkat jaringan Wi-Fi lebih fleksibel karena tidak membutuhkan penghubung kabel antar komputer. Tidak seperti halnya Ethernet LAN (*Local Area Network*)/ jaringan konvensional

yang menggunakan jenis kabel koaksial dan kabel UTP (*unshield twisted pair*) sebagai media transfer. Komputer dengan Wi-Fi Device dapat saling terhubung yang hanya membutuhkan ruang atau space dengan syarat jangkauan dibatasi kekuatan pancaran sinyal radio dari masing-masing komputer.

Kanal pada wireless merupakan Pembagian lebar pita frekuensi pada jaringan *wireless* atau untuk mudahnya kanal itu ibarat pembagian lajur lalu lintas jalan raya misalnya ada lajur khusus pejalan kaki, lajur pengendara sepeda motor, lajur mobil, lajur busway dan lainnya agar tidak terjadi keruwetan lalu lintas. Berikut tabel Chanel jaringan wireless 2.4 GHz, ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Kanal Jaringan Wireless 2.4 GHz

Kanal	Frekuensi (GHz)	Kanal	Frekuensi (GHz)
1	2,412	8	2,447
2	2,417	9	2,452
3	2,422	10	2,457
4	2,427	11	2,462
5	2,432	12	2,467
6	2,437	13	2,472
7	2,442	14	2,484

2.2.6 Teknologi jaringan Wi-Fi

Wi-Fi atau *Wireless Fidelity* adalah satu standar *Wireless Networking* tanpa kabel, hanya dengan komponen yang sesuai dapat terkoneksi ke jaringan. Teknologi Wi-Fi memiliki standar, yang ditetapkan oleh sebuah institusi internasional yang bernama Institute of *Electrical and Electronic Engineers* (IEEE), yang secara umum sebagai berikut:

- a. Standar IEEE 802.11a yaitu Wi-fi dengan frekuensi 5 GHz yang memiliki kecepatan 54 Mbps dan jangkauan jaringan 300 m.
- b. Standar IEEE 802.11b yaitu Wi-fi dengan frekuensi 2.4 GHz yang memiliki kecepatan 11 Mbps dan jangkauan jaringan 100 m.
- c. Standar IEEE 802.11g yaitu Wi-fi dengan frekuensi 2.4 GHz yang memiliki kecepatan 54 Mbps dan jangkauan jaringan 300 m.

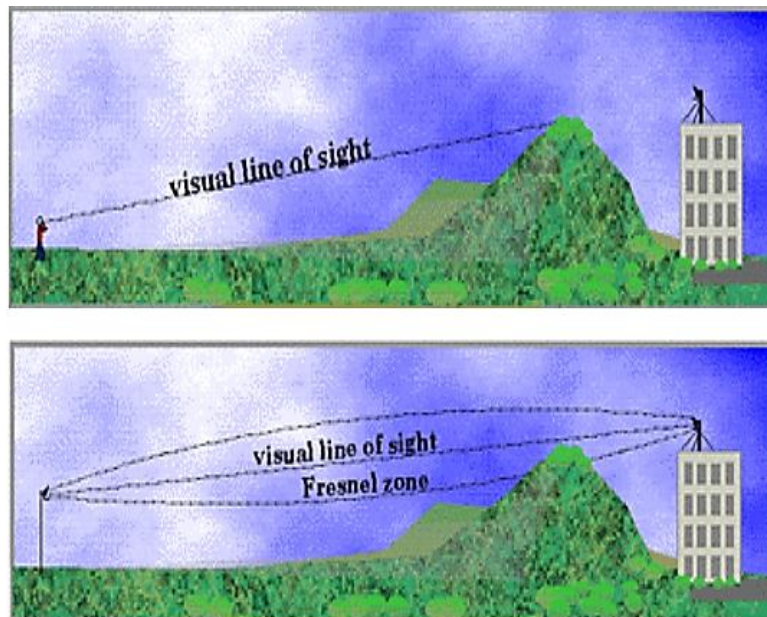
Teknologi Wi-fi yang Akan diimplementasikan adalah standar IEEE 802.11b karena standar tersebut lebih cepat untuk proses transfer data dengan jangkauan jaringan yang lebih jauh serta dukungan *vendor* (perusahaan pembuat hardware). Perangkat tersebut bekerja di frekuensi 2.4 GHz atau di sebut sebagai pita frekuensi ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*) yang juga digunakan oleh peralatan lain, seperti *microwave oven, cordless phone, dan bluetooth*.

2.2.7 Line of Sight

Menerapkan *Line of Sight* (LOS) antara antena radio pengirim dan penerima merupakan hal paling penting, ada dua jenis LOS yaitu:

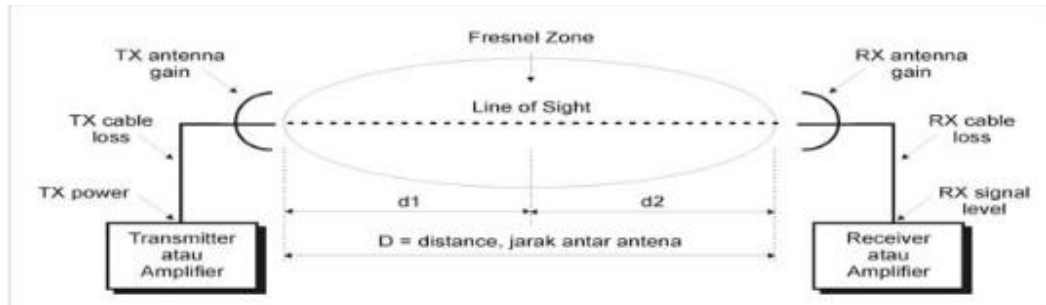
1. *Optical LOS* – kemampuan untuk saling melihat antara satu tempat dengan tempat lainnya
2. *Radio LOS* – kemampuan radio penerima untuk ‘melihat’ sinyal yang dipancarkan

Untuk menentukan *Line of Sight*, teori Fresnel Zone harus diterapkan. Fresnel Zone adalah bentuk bola rugby yang berada diantara dua titik yang membentuk jalur sinyal RF.



Gambar 2. 3 Line of Sight

a. Fresnel Zones



Gambar 2. 4 Fresnel Zone

Saat terjadi gangguan di Fresnel Zone pertama, akan banyak terjadi berbagai masalah yang akan berakibat di menurun-nya unjuk kerja, masalah utamanya adalah :

1. Reflection

- Gelombang yang merambat diluar kurva
- *Multipath fading* terjadi pada saat gelombang yang kedua tiba yang menyebabkan penurunan kualitas sinyal

2. Refraction

- gelombang yang merambat di dalam kurva bergerak membentuk sudut.
- frequency yang kurang dari 10GHz tidak berpengaruh terhadap hujan besar atau kabut.
- Pada 2,4 GHz, redamannya 0.01 dB/Km untuk keadaan hujan 150mm/hr

3. Diffraction

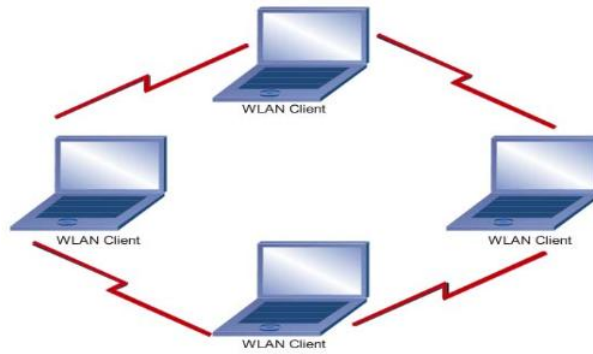
- gelombang merambat disekitar gangguan menuju ke bagian bayang-bayang

2.2.8 Topologi Jaringan Wireless

Kaidah atau aturan untuk menghubungkan unsur-unsur penyusun jaringan atau dikenal dengan istilah topologi pada jaringan wireless terdiri atas:

1. Topologi Ad-Hoc (Mode Ad-Hoc)

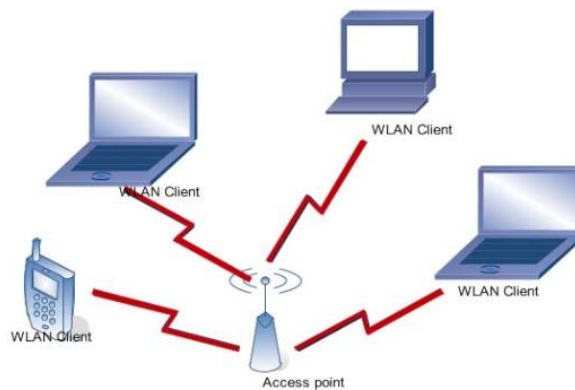
Dalam topologi ini komputer dihubungkan secara langsung tanpa melalui perantara atau untuk lebih mudahnya topologi ini mirip dengan model koneksi peer to peer pada jaringan konvensional.



Gambar 2. 5 Ad Hoc

2. Topologi Infrastruktur (Mode Infrastruktur)

Komunikasi antar client anggota jaringan dalam topologi ini di jembatani oleh alat yang bernama access point.



Gambar 2. 6 Infrastruktur

Penulis menggunakan topologi infrastruktur untuk melakukan pengujian interferensi.

2.2.10 Komponen Utama Jaringan Wireless

Terdapat empat komponen utama untuk membangun jaringan *wireless*:

1. Access Point

komponen yang berfungsi menerima dan mengirimkan data dari adapter *wireless*. *Access point* mengonversi sinyal frekuensi radio menjadi sinyal digital atau sebaliknya. Komponen tersebut bertindak layaknya sebuah hub/switch pada jaringan Ethernet. Satu *Access Point* secara teori mampu

menampung beberapa sampai ratusan klien. Walaupun demikian, Access point direkomendasikan dapat menampung maksimal 40-an klien.



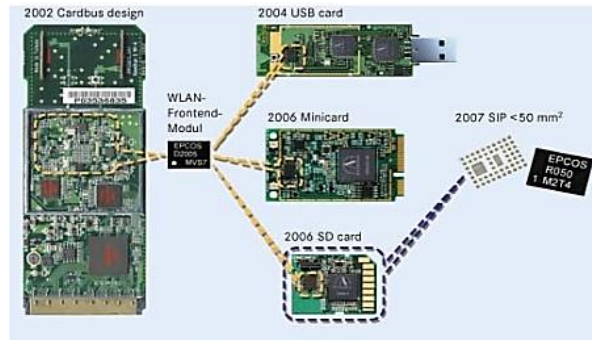
Gambar 2. 7 Acces Point

2. Wireless LAN Device

Komponen yang dipasangkan di Mobile/Desktop PC

3. Mobile/Dektop PC

komponen akses untuk klien, mobile PC pada umumnya sudah terpasang port PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*), sedangkan Desktop PC harus ditambahkan *PCI (Peripheral Componen Interconnect) Card*, serta *USB (Universal Serial Bus) Adapter*.



Gambar 2. 8 WLAN Card

4. Ethernet LAN

Jaringan kabel yang sudah ada (bila perlu). Pada Komponen utama jaringan wireless penulis hanya menggunakan access point sebagai media pendukung pada proses penelitian.

2.2.11 Teknologi *Bluetooth*

Bluetooth terdiri dari microchip radio penerima/pemancar yang sangat kecil/pipih dan beroperasi pada pita frekuensi standar global 2,4 GHz. Teknologi ini menyesuaikan daya pancar radio sesuai dengan kebutuhan. Ketika radio pemancar mentransmisikan informasi pada jarak tertentu, radio penerima akan melakukan modifikasi sinyal-sinyal sesuai dengan jarak yang selaras sehingga terjadi fine tuning. Data yang ditransmisikan oleh chipset pemancar akan diacak, diproteksi melalui inskripsi serta otentifikasi dan diterima oleh chipset yang berada di peralatan yang dituju. Alokasi frekuensi radio bluetooth sendiri dapat dilihat pada gambar berikut ini yaitu pada Gambar 2.9.



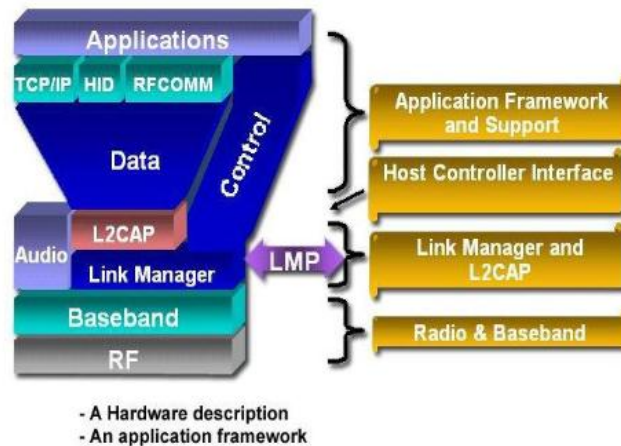
Gambar 2. 9 Alokasi Frekuensi Radio

Teknologi Bluetooth dirancang dan dioptimalkan untuk perangkat yang bersifat mobile (*Mobile Device*). Komputer yang bersifat mobile seperti *laptop*, *tabletPC*, atau *notebook*, *cellular*, *handset*, *network access point*, *printer*, *PDA*, *desktop*, *keyboard*, *joystick* dan *device* yang jangkauannya seperti *bluetooth* yang bekerja pada jaringan bebas 2.4GHz *Industrial-Scientific-Medical (ISM)* jalur yang terintegrasi didalam sebuah chip. Untuk peralatan mobile konsumsi tenaga listrik harus diperhatikan, *Bluetooth* memerlukan daya yang rendah yaitu kurang dari 0.1 W dan sejak *bluetooth* didesain untuk kedua keperluan yaitu komputasi dan aplikasi komunikasi. *Bluetooth* juga didesain untuk men-*support* komunikasi secara bersama suara dan data dengan kemampuan transfer data sampai 721 Kbps. *Bluetooth* juga men-*support* layanan *synchronous* dan *asynchronous*, dan mudah diintegrasikan dengan jaringan TCP/IP. Setiap teknologi yang menggunakan spektrum ini mempunyai batasan sesuai dengan aplikasinya. Komunikasi *Bluetooth* didesain untuk memberikan keuntungan yang optimal dari tersedianya spektrum ini dan mengurangi

interferensi RF. Semuanya itu akan terjadi karena *bluetooth* beroperasi menggunakan level energi yang rendah.

a. Arsitektur Bluetooth

Teknologi *bluetooth* dibagi menjadi dua spesifikasi yaitu spesifikasi core dan profile. Spesifikasi core menjelaskan bagaimana teknologi ini bekerja, sementara itu spesifikasi profile bagaimana membangun *interoperation* antar perangkat *bluetooth* dengan menggunakan teknologi *core*. Berikut gambaran protokol *Bluetooth*



Gambar 2. 10 Protokol *Bluetooth*

Baseband merupakan lapisan yang memungkinkan hubungan RF terjadi antara beberapa unit *bluetooth* membentuk *piconet*. Sistem RF dari *bluetooth* ini menggunakan frekuensi-*hopping-spread spectrum* yang mengirimkan data dalam bentuk paket pada time slot dan frekuensi yang telah ditentukan, lapis ini melakukan prosedur pemeriksaan dan *paging* untuk sinkronisasi transmisi frekuensi *hopping* dan *clock* dari perangkat *bluetooth* yang berbeda.

Link Manager Protocol (LMP) adalah perespon, men-setting dan menghubungkan kanal antara perangkat keras. Protokol ini dapat meningkatkan performa keamanan seperti membentuk autentifikasi, pertukaran, verifikasi, kunci enkripsi dan negosiasi ukuran paket baseband.

Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP) Paket L2CAP membawa muatan yang penting yang dibawa ke layer protokol yang lebih tinggi.

Service Discovery Protocol (SDP) Protokol ini digunakan untuk memberikan informasi device, pelayanan diperbolehkan untuk mengakses *device* yang berfungsi.

Cable Replacement Protocol (RFCOMM) adalah emulasi jalur serial.

Telephony Control Protocol The Telephony Control -Binary (TCS Binary) and Telephony Control -AT Commands digunakan untuk menyusun percakapan dan data antara *device* dan mengontrol *mobile phone* dan modem.

Adopted Protocols Bluetooth juga men-support protokol PPP, TCP/UDP/IP, OBEX dan WAP untuk memaksimalkan interoperabilitasnya.

Radio Frequency (RF) adalah lapis terendah dari spesifikasi *bluetooth*. Unit RF merupakan sebuah *transceiver* yang memfasilitasi hubungan *wireless* antar perangkat bluetooth yang beroperasi pada *International Scientific and Medical band* dengan frekuensi 2,4GHz. ISM band bekerja dengan frequency-hopping, dan pembagiannya dibuat dalam 79 hop dengan spasi 1 MHz.

b. Spesifikasi Radio

Salah satu hal yang diuraikan dalam spesifikasi radio bluetooth adalah pendefinisian tiga kelas transmisi, berdasarkan daya output yang dipancarkan:

- Kelas 1: Daya output transmisi sebesar 100mW(+20 dBm) untuk jangkauan maksimum, dengan daya output minimum sebesar 1mW(+0 dBm). Pada kelas ini, mekanisme kontrol daya harus diterapkan, untuk mempertahankan daya transmisi berada dalam kisaran 4 hingga 20dBm. Kelas ini dapat memberikan jangkauan jarak terjauh.
- Kelas 2: daya output sebesar 2,4mW (+4 dBm) untuk jangkauan maksimum, dan daya output minimum adalah 0,25mW (-6 dBm). Mekanisme kendali daya tidak wajib diterapkan.
- Kelas 3: Transmisi dengan daya output terendah. Nilai nominalnya adalah 1 mW.

Beberapa diantara parameter-parameter penting di dalam spesifikasi ini disajikan dalam tabel 2.2

Tabel 2.2 Parameter-parameter *Baseband* dan Radio Bluetooth

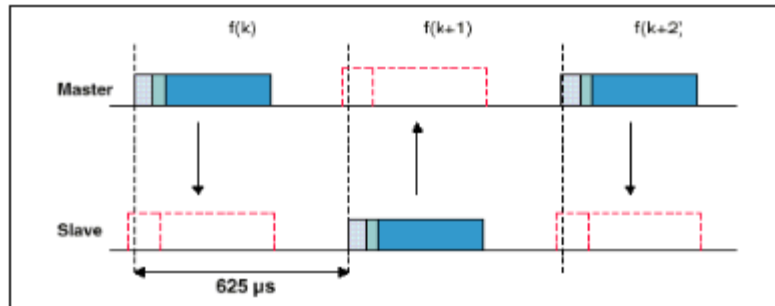
Topologi	Maksimum 7 jalur data yang ada secara bersamaan membentuk sebuah jaringan logika bintang (star).
Modulasi	GFSK
Laju data maksimum	1Mbps
Lebar pita RF	220 kHz (-3 dB), 1MHz (-20 dB)
Pita frekuensi operasional	2,4 GHz, pada pita ISM
Jumlah frek. Pembawa (kanal)	23/79
Jarak antar pembawa	1MHz
Daya transmisi	0,1 W
Akses pikonet	FH-TDD-TDMA
Laju lompatan frekuensi	1600 lompatan/detik
Akses scatternet	FH-CDMA

c. *Frequency Hopping*

Spread spectrum dengan *Frequency Hopping* adalah proses spread atau penyebaran spektrum yang dilakukan pemancar dengan frekuensi pembawa informasi yang merupakan deretan pulsa termodulasi acak semu (*pseudorandom*) yang dilompat-lompatkan dari satu nilai frekuensi ke nilai frekuensi yang lain dalam lebar spektrum frekuensi yang telah ditetapkan sebelumnya dan berulang kali dengan pola kode yang dapat dimodifikasi secara saling bebas, sehingga dapat menempatkan sejumlah pemakai dalam lebar spektrum frekuensi tersebut dengan berbeda pola acak kode generatornya

Penyebaran spektrum digunakan, karena:

- Kemampuannya membatasi interferensi internal akibat padatnya lalu lintas komunikasi yang menggunakan frekuensi radio.
- Kemampuan menolak terhadap penyadapan informasi oleh penerima yang tidak dikenal.
- Dapat dioperasikan dengan kerapatan spektral berenergi rendah.
- Dalam sinyal lompatan frekuensi, frekuensi bersifat konstan dalam tiap selang waktu alokasi, tetapi berubah nilainya dari waktu ke waktu seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. 11 Sinyal Frekuensi Hopping Master dan Slave

Saluran ini dibagi menjadi slot waktu, panjang masing-masing 625 ps. Slot waktu yang sesuai dengan nomor jam bluetooth dari master piconet. Slot penomoran berkisar dari 0 sampai 227-1 dan siklik dengan panjang siklus 227. Pada slot waktu, master dan slave dapat mengirimkan paket. Sebuah skema alternative TDD digunakan mengirimkan *master* dan *slave*, lihat Gambar 2.13. Master akan mulai transmisi di *even numbered* slot waktu saja, dan *slave* akan mulai transmisi di *oddnumbered slot* satunya waktu. Paket start harus selaras dengan dimulainya *Slot*. Paket yang terkirim oleh *master* atau *slave* dapat memperpanjang hingga lima kali *slot*.

d. Pita Frekuensi dan Kanal RF

Bluetooth beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz ISM, walaupun secara global alokasi frekuensi *bluetooth* telah tersedia, namun untuk berbagai negara pengalokasian frekuensi secara tepat dan lebar pita frekuensi yang digunakan berbeda. Batas frekuensi serta kanal RF yang digunakan oleh beberapa negara dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2 Pita Range Kanal RF

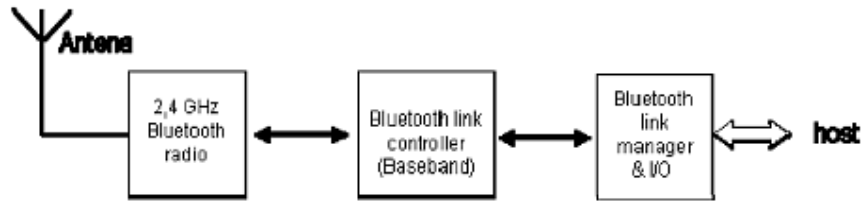
Negara	Range	Frekuensi Kanal (meter)	RF
Eropa dan USA	2400-2483,5 MHz	$f = 2402 + k$ MHz	$k = 0, \dots, 78$
Jepang	2471-2497 MHz	$f = 2473 + k$ MHz	$k = 0, \dots, 22$
Spanyol	2445-2475 MHz	$f = 2449 + k$ MHz	$k = 0, \dots, 22$
Prancis	2446,5-2483,5 MHz	$f = 2454 + k$ MHz	$k = 0, \dots, 22$

e. Bluetooth Baseband

Lapis yang memungkinkan hubungan RF terjadi antara beberapa unit bluetooth membentuk piconet. Sistem RF dari bluetooth ini menggunakan *frekuensi-hopping-spread spectrum* yang mengirimkan data dalam bentuk paket pada time slot dan frekuensi yang telah ditentukan, lapis ini melakukan prosedur pemeriksaan dan paging untuk sinkronisasi transmisi frekuensi hopping dan clock dari perangkat bluetooth yang berbeda. Unit baseband atau disebut link control unit, adalah perangkat keras yang memfasilitasi hubungan RF diantara perangkat bluetooth. Apabila sudah tersambung, terdapat dua jenis hubungan yang dapat dikerjakan oleh unit ini yaitu *synchronous connection-oriented* (SCO) dan *asynchronous connectionless* (ACL). Sambungan SCO dapat melakukan *circuit-switched*, sambungan *point-to-point* (biasanya untuk data), suara dan streaming. Kecepatan data pada kedua sisi (pengirim, penerima) adalah 433,9 Kbps. ACL melayani sambungan *packet-switched* dan *point to multipoint* biasanya hanya untuk data. Kecepatan sisi penerima mencapai 723,2 Kbps dan sisi pengirim hanya 57,6 Kbps. Modul Baseband ini terdiri dari flash memory dan sebuah *central processing unit* yang bertugas mengatur *timing*, *frequency hopping*, *enkripsi data* dan *error correction* bekerja sama dengan *link manager protocol* (LMP). LMP merupakan protokol *bluetooth* yang bertugas mengontrol dan men-*setup* hubungan data dan audio diantara perangkat bluetooth. *Radio frequency* (RF), *baseband* dan *link manager protocol* disebut sebagai *Host Control Interface* (HCI) yang berfungsi melaksanakan dan menjaga semua hubungan komunikasi dalam *bluetooth*.

f. Komunikasi Data

Sistem bluetooth terdiri dari sebuah radio *transceiver*, *baseband link controller* dan sebuah *link manager*. *Baseband link controller* menghubungkan perangkat keras radio ke *baseband processing* dan layer protokol fisik. *Link manager* melakukan aktivitas-aktivitas protokol tingkat tinggi seperti melakukan link *setup*, autentikasi dan konfigurasi. Secara umum blok fungsional pada sistem *bluetooth* dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 2. 12 Blog Fungsional Sistem Bluetooth

Ketika data dikirimkan antara dua terminal, data dapat terganggu akibat interferensi elektromagnetik pada media transmisinya. Ini mengakibatkan bit data yang diterima dapat mengalami kesalahan kirim dari bit „1“ menjadi bit „0“ atau sebaliknya. Oleh karena itu terminal penerima harus mempunyai kemampuan yang dapat mengenali kesalahan pengiriman ini.

Selanjutnya jika kesalahan terdeteksi, sebuah mekanisme dibutuhkan untuk mendapatkan informasi yang benar. Ada empat pendekatan untuk mencapai hal ini:

1. *Forward error control* (FEC), dimana setiap karakter atau frame yang dikirimkan berisi informasi tambahan yang membuat penerima tidak hanya dapat mendeteksi kesalahan namun juga dapat mengetahui dimana letak bit yang salah dalam pengiriman itu. Data yang benar selanjutnya diperoleh melalui meng-inversi bit ini. Dalam Bluetooth, ada 2 versi dari FEC yaitu 1/3 FEC dan 2/3 FEC. 1/3 FEC adalah metode kesalahan dengan melakukan pengulangan pengiriman bit sebanyak 3 kali tiap info bit. 2/3 FEC menggunakan kode hamming dalam deteksi kesalahannya.
2. *Feedback (backward) error control*, dimana setiap karakter atau frame yang dikirimkan hanya berisi informasi yang cukup untuk mendeteksi adanya kesalahan saja tanpa tahu letak kesalahan, selanjutnya frame data yang sama akan dikirimkan lagi tanpa adanya pembetulan kesalahan.
3. *Cyclic redundancy check* (CRC), adalah metode deteksi kesalahan yang menambahkan kode 16 bit pada paket untuk mengetahui apakah informasi yang dikirimkan benar atau salah. Kode generator yang digunakan adalah CRC-CCIT polinomial.
4. Faktor yang paling dikenali dalam deteksi kesalahan ini adalah *bit error rate* (BER). BER adalah *probabilitas* P dari sebuah bit yang salah dalam interval

waktu tertentu. Jadi BER sebesar 10⁻³ artinya bahwa ada 1 bit yang salah dalam 1000 bit yang dikirim dalam interval waktu tertentu.

g. Keamanan Bluetooth

Di dalam perkembangannya bluetooth tak luput dari adanya kekurangan dan kelebihan. Kelebihan dari bluetooth adalah sebagai berikut :

1. *Bluetooth* dapat menembus dinding, kotak, dan berbagai rintangan lain walaupun jarak transmisinya hanya sekitar 30 kaki atau 10 meter.
2. *Bluetooth* tidak memerlukan kabel ataupun kawat.
3. *Bluetooth* dapat mensinkronisasi basis data dari telepon genggam ke komputer.
4. Dapat digunakan sebagai perantara modem.

Sedangkan kelemahannya adalah:

1. Sistem ini menggunakan frekuensi yang sama dengan gelombang LAN standar.
2. Apabila dalam suatu ruangan terlalu banyak koneksi *bluetooth* yang digunakan, akan menyulitkan pengguna untuk menemukan penerima yang diharapkan.
3. Banyak mekanisme keamanan *bluetooth* yang harus diperhatikan untuk mencegah kegagalan pengiriman atau penerimaan informasi.
4. Di Indonesia, sudah banyak beredar virus-virus yang disebarkan melalui *bluetooth* dari handphone.

Bluetooth dirancang untuk memiliki fitur-fitur keamanan sehingga dapat digunakan secara aman baik dalam lingkungan bisnis maupun rumah tangga. Fitur-fitur yang disediakan bluetooth antara lain sebagai berikut:

- Enkripsi data
- Autentikasi *user*
- *Fast frequency hopping (1600 hops/sec)*
- *Output power control*

Fitur-fitur tersebut menyediakan fungsi-fungsi keamanan dari tingkat keamanan layer fisik/ radio yaitu gangguan dari penyadapan sampai dengan tingkat keamanan layer yang lebih tinggi seperti password dan PIN.

h. Metode Penyambungan Data

Metode penyambungan sendiri terdapat beberapa cara antara lain:

1. *Circuit Switched*

Komunikasi dilakukan dengan 3 tahap:

- a. Pembangunan Sirkuit: Sebelum pengiriman data dilakukan, hubungan sirkuit antar terminal harus dibentuk terlebih dahulu (*end to end circuit*)
- b. Pengiriman data: Biasanya *Full duplex*
- c. Pemutusan hubungan dilakukan oleh salah satu terminal

2. *Message Switched*

Data dikirimkan dalam bentuk *message* dari terminal pengirim ke terminal penerima, pembangunan hubungan tidak diperlukan. Jika sebuah terminal ingin mengirimkan data, maka terminal tersebut hanya perlu mencantumkan alamat tujuan pada *message*.

3. *Packet Switched*

Merupakan kombinasi dari keduanya, prinsip mirip dengan *message switched*. Perbedaan terletak pada panjang data pada jaringan. Panjang data mulai dari seribu bit sampai beberapa ribu bit. Jika melebihi panjang maksimum maka data tersebut harus dibagi menjadi unit-unit yang kecil yang disebut paket. Perbedaan yang lain, paket yang dikirimkan akan disimpan dan dibuat salinannya untuk perbaikan apabila terjadi kesalahan.

4. Transmisi Asinkron (*asynchronous connectionless/ACL*)

Transmisi asinkron digunakan bila pengiriman data dilakukan satu karakter setiap kali. Antara satu karakter dengan yang lainnya tidak ada waktu antara yang tetap. Karakter dapat dikirimkan sekaligus ataupun beberapa karakter kemudian berhenti untuk waktu tidak tentu, lalu dikirimkan sisanya. Akibatnya setiap kali penerima harus melakukan sinkronisasi supaya bit data yang dikirimkan diterima dengan benar. Dengan demikian penerima harus mengetahui mulainya bit pertama dari sinyal data. Caranya dengan memberikan

suatu pulsa yang disebut start pulse pada awal tiap karakter. Pulsa ini memberitahukan penerima untuk mulai menerima bit data. Umumnya keadaan idle, yaitu keadaan tanpa transmisi sinyal, dikatakan keadaan tinggi (high) atau mark. Transmisi asinkron kadang-kadang disebut transmisi awal akhir (*start-stop transmission*), karena tiap karakter mengalami sinkronisasi dengan jalan penggunaan bit awal dan bit akhir.

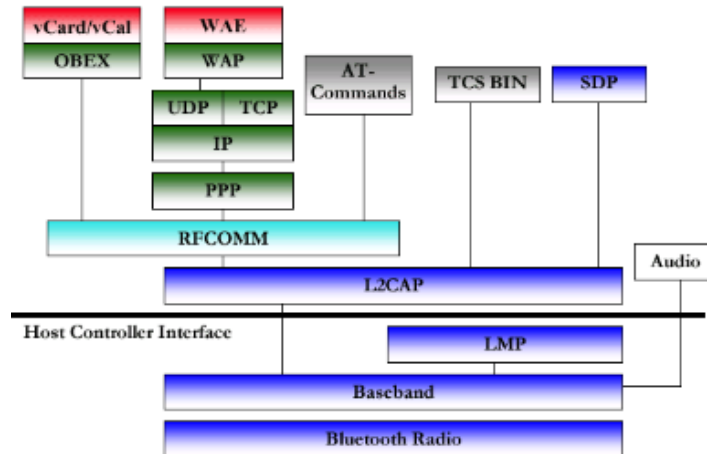
5. Transmisi Sinkron (*synchronous connection oriented / SCO*)

Digunakan untuk transmisi kecepatan tinggi, yang mentransmisikan satu blok data. Dalam sistem ini baik pengirim maupun penerima bekerja bersama-sama dan sinkronisasi dilakukan setiap sekian ribu bit data. Bit awal/akhir data tidak dibutuhkan untuk tiap karakter. Sinkronisasi terjadi dengan jalan mengirimkan pola data tertentu antara pengirim dan penerima. Pola data ini disebut karakter sinkronisasi. Dengan transmisi sinkron, blok atau *frame* data dikirimkan secara kontinu tanpa ada delay setiap elemen 8-bitnya. Tiap blok panjangnya sama. Waktu antara akhir dari bit terakhir dari suatu karakter dan awal bit pertama karakter berikutnya harus nol atau kelipatan dari waktu satu karakter. Untuk mencapai sinkronisasi pengirim harus mengirim karakter khusus dan penerima harus mengenalinya. Pada teknologi bluetooth, transmisi sinkron digunakan untuk mengirimkan data audio atau suara dengan kecepatan yang berbeda-beda.

i. Susunan Protokol pada *Bluetooth*

Bila ada dua perangkat atau lebih dengan sistem yang berbeda ingin berkomunikasi, harus menggunakan bahasa yang sama agar dapat berhubungan. Apa yang dikomunikasikan, bagaimana berkomunikasi dan kapan komunikasi itu berlangsung harus dapat dimengerti oleh perangkat yang mengadakan hubungan. Bahasa itu dalam komunikasi data yang umum disebut dengan protokol. Protokol dapat berbentuk beberapa aturan yang mendasari komunikasi data antar dua atau lebih perangkat.

Bluetooth Special Interest Group (SIG) telah mengembangkan spesifikasi bluetooth yang berisi tentang protokol yang akan digunakan dalam teknologi bluetooth ini. Berikut adalah gambar dari protokol arsitektur dalam bluetooth.



Gambar 2. 13 Protokol Bluetooth

Pada dasar dari stack protokol *bluetooth* adalah lapisan radio. Modul radio di perangkat *bluetooth* bertanggung jawab untuk modulasi dan demodulasi data menjadi sinyal RF untuk transmisi di udara. Lapisan radio menggambarkan ciri-ciri fisik perangkat *bluetooth* yang harus memiliki komponen receiver-transmitter. Ini termasuk karakteristik modulasi, toleransi frekuensi radio, dan tingkat sensitivitas.

Diatas lapisan radio adalah *baseband* dan lapisan link kontroler. Spesifikasi *bluetooth* tidak membangun perbedaan yang jelas antara tanggung jawab *baseband* dan orang-orang dari kontroler link. Jalan terbaik untuk berpikir tentang hal ini adalah bahwa bagian *baseband* lapisan bertanggung jawab untuk membenarkan format data guna transmisi dari lapisan radio. Selain itu, menangani sinkronisasi *link*. *Link* kontroler bagian lapisan ini bertanggung jawab untuk melaksanakan perintah hubungan manajer dan membangun serta mempertahankan link yang ditetapkan oleh manajer.

Link manager sendiri menerjemahkan *Host Controller Interface* (HCI). Hal ini bertanggung jawab untuk menetapkan dan mengkonfigurasi *link* dan mengelola permintaan *power*-perubahan, antara tugas-tugas lainnya. Spesifikasi diatas juga menyebutkan adanya *Host Controller Interface* (HCI) yang menyediakan *interface* pada *Baseband* kontrol, link manager. HCI dapat diposisikan di bawah L2CAP, namun posisi ini tidak mutlak karena bisa juga HCI berada di atas L2CAP.

L2CAP sendiri berfungsi sebagai *multiplexes* data dari layer yang lebih tinggi dan packet convert dengan ukuran yang berbeda.

RFCOMM berfungsi sebagai penyedia layanan RS-232 seperti serial *interface*. WAP dan OBEX berfungsi sebagai *interface* untuk bagian layer yang lebih tinggi dari komunikasi protokol yang lainnya.

SDP berfungsi sebagai penemuan pada pengontrolan alat bluetooth. TCS berfungsi sebagai pencipta pelayanan pada telepon.

Protokol inti *bluetooth* berisi protokol yang secara spesifik dikembangkan oleh *bluetooth* SIG. RFCOMM dan TCS *Binary* juga dikembangkan oleh *bluetooth* SIG namun berdasarkan spesifikasi dari ETSI 07.10 dan rekomendasi ITU-T nomor Q.931. Protokol inti *bluetooth* adalah persyaratan yang mutlak ada di semua perangkat teknologi bluetooth sedangkan protokol lainnya digunakan sesuai keperluan.

Protokol dasar *bluetooth* adalah *bluetooth* Radio, *Baseband* dan *Link Manager Protocol* (LMP) yang disebut protokol inti. Sedangkan protokol yang ada di atasnya adalah protokol-protokol terapan yang dapat diadaptasikan pada arsitektur protokol bluetooth dan telah dikembangkan oleh organisasi lain seperti ETSI. Secara garis besar susunan protokol itu dapat dibagi menjadi 4 bagian seperti terlihat pada Tabel 2.4. Radio, *baseband* dan LMP ekuivalen dengan lapis fisik dan data *link* pada lapis protokol OSI.

Tabel 2. 3 Protokol dan Lapisan pada Arsitektur Protokol Bluetooth

Lapisan Protokol	Protokol Dalam Struktur
Protokol inti <i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth Radio, Baseband, LMP, L2CAP, SDP</i>
Protokol pengganti fungsi kabel	RFCOMM
Protokol kontrol telepon	TCS Binary, AT-command
Protokol adaptasi	PPP, UDP/TCP/IP, OBEX, WAP, vCard, vCal, WAE

Untuk lebih lengkapnya protokol *bluetooth* mendukung protokol yang sudah ada seperti TCP, UDP, OBEX dan portokol spesial *bluetooth* yaitu LMP dan L2CAP. Protokol *bluetooth* men-admin interoperabilitas yang bagus antara aplikasi dan *hardware*.

Protokol yang ada pada lapis ini bila dikaitkan dengan lapis protokol pada OSI sesuai dengan lapis 1 OSI yaitu lapis fisik dan lapis 2 OSI yaitu lapis Data Link. Secara kolektif protokol pada lapis inti ini membentuk suatu pipa secara virtual yang digunakan untuk mengalirkan data dari satu perangkat ke perangkat lainnya melalui *interface* udara *bluetooth*.

Tabel 2. 4 Alokasi frekuensi pada spektrum 2.4 GHz

2,4 GHz ISM Band (MHz)	Kanal RF; $k=0,1,\dots,m-1$	LGB (MHz)	UGB (MHz)
2.400-2.4835	$2.402+k; m=79$	2.0	3.5

Data berbentuk audio dapat ditransfer antara satu atau lebih perangkat bluetooth, menggunakan bentuk paket SCO dan langsung diolah oleh baseband tanpa melalui L2CAP.

Model audio pada bluetooth cukup sederhana, tiap dua perangkat bluetooth dapat mengirimkan dan menerima data audio satu sama lain hanya dengan membuka link audio.

Link Manager Protokol (LMP) bertanggung jawab terhadap *link set-up* antara perangkat *bluetooth*. Hal ini termasuk aspek keamanan seperti autentifikasi dan enkripsi dengan pembangkitan, penukaran dan pemeriksaan ukuran paket dari lapis baseband. Berbagai protokol pengaturan link dapat dikirimkan melalui LMP PDU.

2.2.13 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan mekanisme jaringan yang memungkinkan aplikasi-aplikasi atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan. Kinerja jaringan komputer dapat bervariasi akibat beberapa masalah, seperti halnya masalah bandwidth, *delay/latency* dan *jitter*, yang dapat membuat efek yang cukup besar bagi banyak aplikasi. Sebagai contoh, komunikasi suara (seperti VoIP atau IP *Telephony*) serta video streaming dapat membuat pengguna frustrasi ketika paket data aplikasi tersebut dialirkan di atas jaringan dengan bandwidth yang tidak cukup, dengan *latency* yang tidak dapat diprediksi, atau *jitter* yang berlebihan.

Pada penelitian ini dimana parameter yang digunakan dalam mengukur kinerja jaringan WLAN adalah *throughput delay dan Jitter*. Pengukuran parameter ini menggunakan *capture traffic* jaringan yaitu *Wireshark*. Cara pengukuran untuk masing-masing parameter sebagai berikut:

a. Throughput

Throughput adalah data *real* bandwidth itu sendiri. Pengukuran *throughput* dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari *capture traffic* jaringan yaitu jumlah paket dan waktu pengiriman. Pengukuran dilakukan beberapa kali ulangan untuk data rate dari video yang berbeda, kemudian dari masing-masing tipe data rate dirata-ratakan. Perhitungan *throughput* menggunakan persamaan:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah bit yang dikirim}}{\text{Waktu pengiriman (s)}} \dots\dots\dots (1)$$

Tabel 2. 5 Throughput

Kategori Throughput	Throughput (bps)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	<25	1

(sumber : TIPHON)

b. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Pengukuran *delay* dilakukan berdasarkan waktu mulai pengiriman sampai paket diterima. Data yang digunakan berasal dari *capture traffic*, caranya dengan mengurangi waktu penerimaan paket kedua dengan waktu pengiriman paket pertama. Perhitungan *delay* menggunakan persamaan:

$$\text{Delay}(i) = R_i - S_i \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: R_i = Waktu penerimaan ke-i

S_i = Waktu Pengiriman ke-i

Tabel 2. 6 Delay

Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Jelek	>450	1

(sumber : TIPHON)

c. *Jitter*

Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan *jitter*. *Jitter* lazimnya disebut variasi delay, berhubungan erat dengan latency, yang menunjukkan banyaknya variasi delay pada transmisi data di jaringan yang diperlihatkan pada Tabel 2.8

Tabel 2. 7 *Jitter*

Kategori <i>Jitter</i>	<i>Jitter</i> (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	0 s/d 75	3
Sedang	75 s/d 125	2
Jelek	125 s/d 225	1

(sumber : TIPHON)

Persamaan perhitungan *Jitter*:

$$Jitter = \frac{\text{Rata-rata Delay}}{\text{Total Paket yang Diterima}} \dots\dots\dots (3)$$

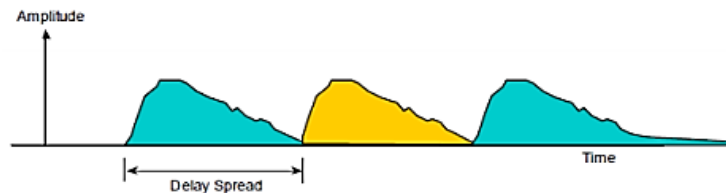
2.2.14 Intersymbol Interference (ISI)

Dalam telekomunikasi, gangguan *Intersymbol Interference* (ISI) merupakan bentuk distorsi sinyal di mana satu simbol mengganggu simbol berikutnya. Hal ini dapat terjadi karena pantulan sinyal (*refleksi*) yang menyebabkan penerimaan sinyal informasi berulang dengan waktu yang berbeda (*delay*). Kehadiran ISI dalam sistem adalah menimbulkan kesalahan dalam perangkat pada keluaran penerima. Salah satu

penyebab gangguan *Intersymbol Interference* (ISI) adalah propagasi multipath dimana sinyal nirkabel dari pemancar mencapai penerima melalui banyak jalur yang berbeda. Ini berarti bahwa sebagian atau seluruh simbol tertentu akan menyebar ke simbol berikutnya, sehingga mengganggu deteksi yang benar dari simbol-simbol. Untuk menghilangkan ISI dapat dilakukan dengan memberikan *filter ekualizer* disisi penerima. Selain gangguan yang berupa ISI, gangguan lain yang biasanya terjadi adalah noise. Pada gambar dibawah ini ditunjukkan terjadinya ISI dimana pada Gambar 2.14 menunjukkan ilustrasi data yang dikirimkan dan pada Gambar 2.15 menunjukkan data yang diterima. Terlihat bahwa data yang diterima mengalami pelebaran energi akibat adanya delay dari saluran transmisi. Keberadaan ISI ini sangat tidak diperlukan seperti layaknya noise yang dapat mengakibatkan komunikasi kurang baik untuk diandalkan



Gambar 2. 14 Data yang Dikirim

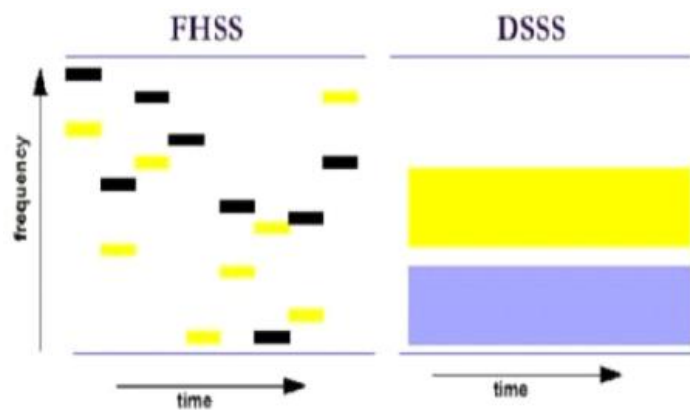


Gambar 2. 15 Data yang Diterima

Untuk menghilangkan gangguan tersebut, salah satu caranya adalah dengan membuat serangkaian filter yang nilai koefisien-koefisiennya harus direncanakan terlebih dahulu. Di bawah ini ditunjukkan bagaimana pelebaran sinyal seperti diatas dapat mengakibatkan dampak yang buruk pada sinyal. Gambar 2.14. menunjukkan sinyal yang dikirimkan mengalami banyak peristiwa pada kanal yang mengakibatkan sinyal tersebut tercampur dengan noise dan mengalami ISI sehingga pada saat diterima simbol-simbol melebar dan mengganggu simbol yang lain.

2.2.15 Hubungan RF Transmisi

Bluetooth dan 802.11b tidak dapat saling mengerti dan mengikuti aturan yang sama. Sinyal radio *Bluetooth* bisa secara gegabah memulai transmisi data saat pemancar 802.11 mengirim sebuah frame. Hal tersebut menyebabkan benturan sehingga pemancar 802.11 harus mengirim ulang frame. Walaupun kedua sistem ini menggunakan metode transmisi yang berbeda yaitu *FHSS* pada *Bluetooth* dan *DSSS* pada Wi-Fi, hal tersebut tidak bisa menjadi acuan untuk tidak terjadi interferensi. Karena besarnya kemungkinan terjadinya benturan performa jaringan 802.11b dan *Bluetooth* menjadi turun. Pemancar 802.11 secara otomatis menurunkan kecepatan data dan mengirim ulang frame saat terjadi benturan. Oleh karena itu, protokol 802.11b mengirim delay saat terjadi interferensi *Bluetooth*. Dampak yang diakibatkan interferensi RF tergantung pada penggunaan dan dekatnya perangkat-perangkat *Bluetooth*. Interferensi hanya akan terjadi jika perangkat *Bluetooth* dan 802.11b melakukan pengiriman dalam waktu yang sama.



Gambar 2.16 Probabilitas Terjadinya Interferensi

2.2.16 Aplikasi statistik dalam lingkungan radio bergerak

Teori statistik adalah alat yang ampuh untuk menyelsaikandan menganalisa berbagai macam tipe ilmiah yang kompleks yang mempengaruhi perambatan gelombang radio. Fenomena sinyal radio bergerak dengan *fading* lintas jamak lebih mudah untuk dianalisa secara statistik. Beberapa model statistik yang sering digunakan untuk membahas kanal radio *mobile* sesuai dengan sub bab sebagai berikut:

a. Nilai rata-rata

Dalam memproses data di kenal macam-macam definisi nilai rata-rata yang sering digunakan dalam komunikasi *mobile* yaitu: rata-rata sample X, rata-rata statistik

1. Rata-rata sample

Rata-rata sample (X) adalah nilai rata-rata yang merupakan hasil bagi dari jumlah seluruh besaran dengan jumlah percobaan, secara matematik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=0}^n x_i}{N} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana: X_i = Variabel acak

N = Jumlah percobaan

2. Rata-rata statistik

Disebut juga dengan rata-rata ensabel, adalah jika jumlah N pada rata-rata sample mendekati tak berhingga, maka secara matematik di tulis:

$$E[x] = \lim_{i=0} \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N X_i \dots\dots\dots(2.4)$$

Untuk menentukan jumlah N sehingga x mendekati nilai $E[x]$, maka perlu faktor integrasi yang secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$(E[x]-X_i) < \delta \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana : δ = toleransi kesalahan

b. Regresi Linier

Dalam statistik persamaan regresi linier digunakan untuk memprediksikan karakteristik dari hubungan linier antara variabel y dari pengukuran. Perbedaan antara estimasi y_i dan output pengukuran y_i untuk nilai input x yang diberikan menunjukkan kesalahan (*error*) e_i . Dengan meminimumkan jumlah dari kuadrat kesalahan, yang dinamakan dengan metoda kuadrat terkecil, koefisien estimasi dapat dilihat sebagai berikut

$$na + b \sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n Y_i \dots\dots\dots(2.6)$$

$$a \sum_{i=1}^n X_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n X_i Y_i \dots\dots\dots(2.7)$$

Yang menghasilkan

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (n \sum_{i=1}^n X_i)(n \sum_{i=1}^n Y_i)}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (b \sum_{i=1}^n X_i)^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dari persamaan di atas diperoleh:

$$a = \frac{(\sum X_i) - (\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

c. Koefisien korelasi

Koefisien korelasi merupakan ukuran kedua yang dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana keeratan hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lainnya. Jika koefisien korelasi berhubungan dengan sampel yang digunakan, maka koefisien korelasi (diberi simbol r) besarnya adalah akar koefisien determinasi. Atau secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$r^2 = \frac{b[n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)]}{n(\sum Y_i) - (\sum Y_i)^2} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dalam konteks regresi, koefisien determinasi (r^2) merupakan ukuran yang lebih bermakna dibandingkan dengan koefisien korelasi (r). Koefisien korelasi hanya merupakan ukuran mengenai keeratan hubungan antara dua variabel

Koefisien korelasi dapat digunakan untuk:

1. Mengetahui derajat (keeratan) hubungan (korelasi linier) antara dua variabel.
2. Mengetahui arah hubungan antara dua variabel

Tabel 2.10 Interpretasi koefisien korelasi r

Interval koefisien	Tingkat hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Cukup
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat kuat

2.2.17 Perangkat Lunak Pendukung

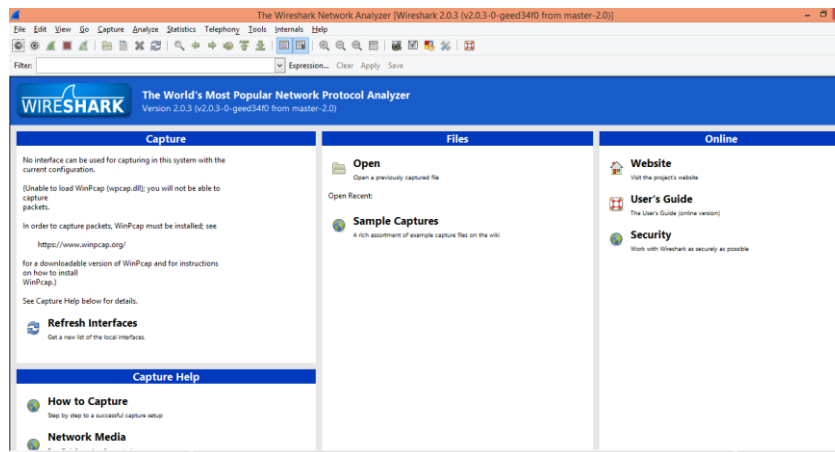
a. WIRESHARK

Wireshark adalah perangkat lunak atau aplikasi penganalisis paket. Perangkat ini digunakan untuk pemecahan masalah jaringan, analisis, perangkat lunak dan pengembangan protokol komunikasi, dan pendidikan. Awalnya bernama Ethereal, pada Mei 2006 proyek ini berganti nama menjadi Wireshark karena masalah merek dagang.

Wireshark banyak digunakan dalam memecahkan troubleshooting di jaringan untuk memeriksa keamanan jaringan, men-debug implementasi protocol jaringan dalam software, melakukan debugging implementasi paket protokol, serta media pembelajaran.

Banyak juga digunakan untuk *sniffer* atau mengendus data-data privasi di jaringan. *Wireshark* ini diibaratkan sebagai media atau tool yang dapat dipakai oleh user untuk penggunaannya, apakah untuk kebaikan atau kejahatan. Hal ini karena wireshark dapat digunakan untuk mencari informasi yang sensitive yang berkeliaran pada jaringan, contohnya kata sandi, cookie dan lain sebagainya.

Aplikasi *wireshark* dapat memfilter jenis protocol tertentu yang ingin ditampilkan dan juga dapat langsung menampilkan *interface* dari setiap bagian-bagian data yang terdapat pada jaringan saat proses transmisi seperti waktu pengiriman, jumlah paket dan throughput itu sendiri, dalam hal inilah alasan dari penulis menggunakan aplikasi atau *software Wireshark* untuk melakukan pengukuran terhadap hal-hal yang terkait dalam penelitian untuk menunjang penyelesaian laporan tugas akhir ini.



Gambar 2. 16 Tampilan Awal Wireshark

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan penulis dalam melakukan analisis data dan menjadikannya informasi yang akan digunakan untuk mengetahui permasalahan yang dihadapi, diantaranya :

3.1.1 Observasi

Observasi merupakan teknik atau pendekatan untuk mendapatkan data primer dengan cara mengamati langsung obyek datanya. Pada kesempatan ini penulis melakukan pengambilan data di sebuah laboratorium Telekomunikasi fakultas teknik Elektro Universitas Mataram untuk memperoleh proses terjadinya sebuah interferensi pada jaringan *wireles* dimulai dari menyiapkan alat yang dibutuhkan untuk dilihat performa dari jaringan tersebut setelah terkena interferensi dari bluetooth.

3.1.2 Studi Literatur

Studi Literatur merupakan salah satu bentuk metodologi penelitian yang menggunakan sebuah karya tulisan dari setiap masing-masing penulis yang memiliki kemiripan judul yang akan diteliti. Dalam proses pencarian dan perolehan data tersebut penulis mendapat referensi melalui perpustakaan, internet. Setelah menemukan referensi tersebut penulis menggunakan referensi tersebut sebagai acuan untuk membuat landasan teori, metodologi penelitian, dan pembahasan yang terkait pada judul yang penulis ambil. Dan referensi-referensi apa saja yang digunakan oleh penulis dapat dilihat pada Daftar Pustaka.

Kebutuhan sistem (Analisis Perangkat) merupakan aktor penunjang untuk memperoleh hasil dari sebuah penelitian yang diinginkan dalam penulisan ini

Adapun peralatan atau perangkat yang digunakan dalam penelitian dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yaitu:

a. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Perangkat Keras (Hardware) Yang Digunakan

No	Perangkat	Jumlah	Keterangan
1	Laptop Server	1	<p>a. Asus AMD E2-1800 APU with Radeon(tm) HD Graphics 1.70 GHz</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Installed Memory (RAM) 2,00 GB</i> • <i>System Type 32 – bit Operating System (Windows 8.1 Pro)</i>
2	Laptop <i>Client</i>	1	<p>a. Toshiba Satelit C640</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Installed Memory (RAM) 2,00 GB</i> • <i>System Type 32 – bit Operating System (Windows 8.1 Pro)</i>
3	Router Wireless	1	<p>1. Wireless N Access Point TL-WA701ND</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Frekuensi 2.4-2.4835 GHz</i> • <i>Dimensi (L x T x D) 7.1 x 4.9 x 1.4 in (181 x 125 x 36mm)</i> • <i>Standar IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n</i>

b. Perangkat Lunak

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Perangkat Lunak (Software) yang Digunakan

No	Software	Keterangan
1	Windows 8.1 Pro	Sistem Operasi yang digunakan oleh Laptop Server dan Laptop Client
2	Wireshark	Software/Aplikasi pada jaringan wireless untuk melihat dan menangkap aktivitas di dalam jaringan

3.2 Skenario Pengujian

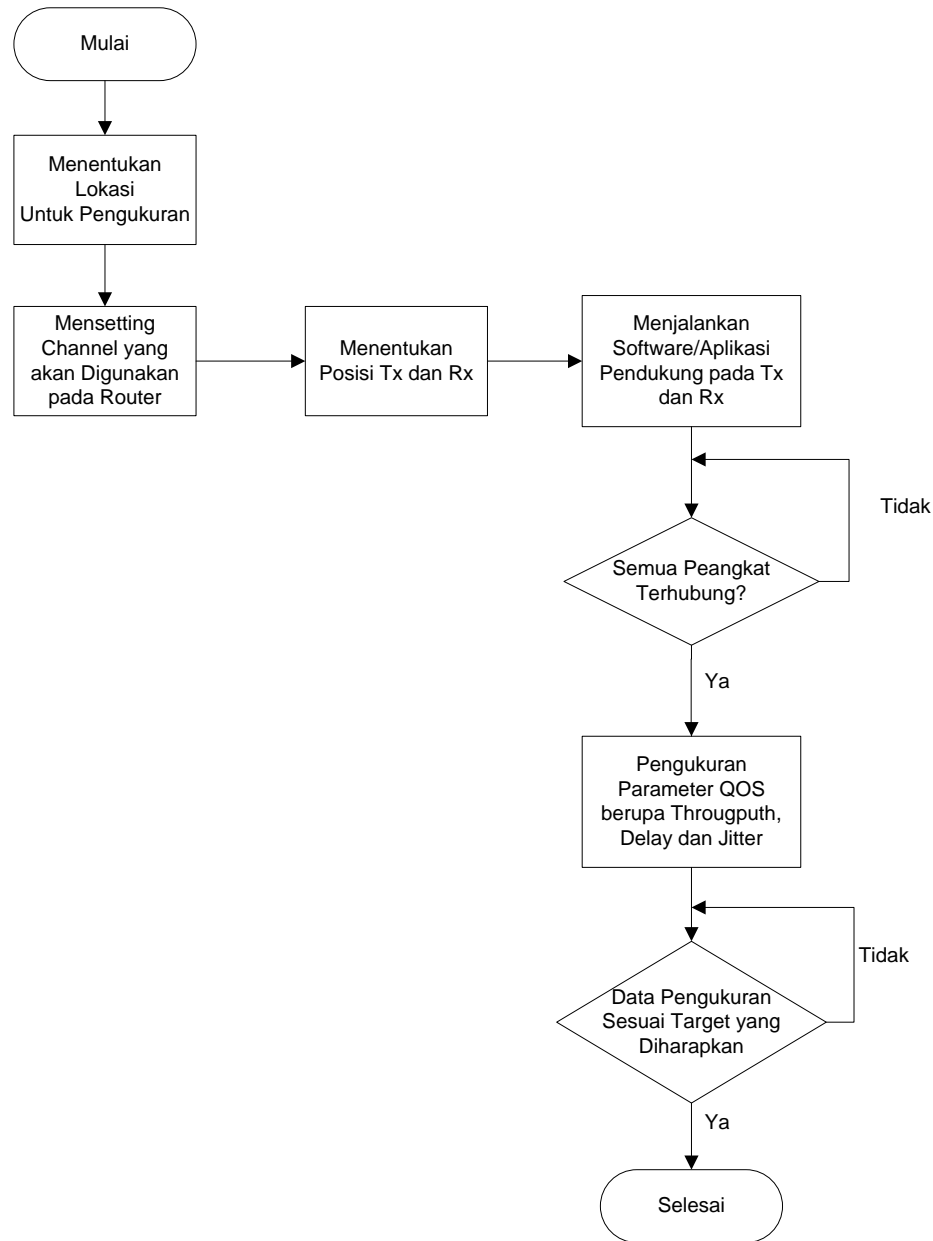
Dalam proses pengambilan data pada penelitian ini, penulis menggunakan beberapa skenario sebagai berikut:

a. Pengimplementasian Tahap 1

Melakukan studi literatur mengenai *wireless*, *interferensi*, *throughput*, *delay*, *jitter* dan video streaming.

b. Pengimplementasian Tahap 2

Perencanaan perangkat diawali dengan perancangan diagram blok sistem secara keseluruhan sebagaimana terlihat pada Gambar 3.2



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

c. Pengimplementasian Tahap 3

Untuk melakukan pengambilan data, peneliti harus mempersiapkan data terkait penelitian dan memvalidasi kinerja sistem. Maka dilakukan pengukuran parameter QoS secara manual untuk melihat apakah data yang didapat benar atau tidaknya

d. Pengimplementasian Tahap 4

Menganalisa serta menarik kesimpulan dari pengaruh interferensi bluetooth terhadap performansi dari jaringan wifi jika tahapan ketiga telah diujikan validitasnya dari hasil keseluruhan skenario pengukuran.

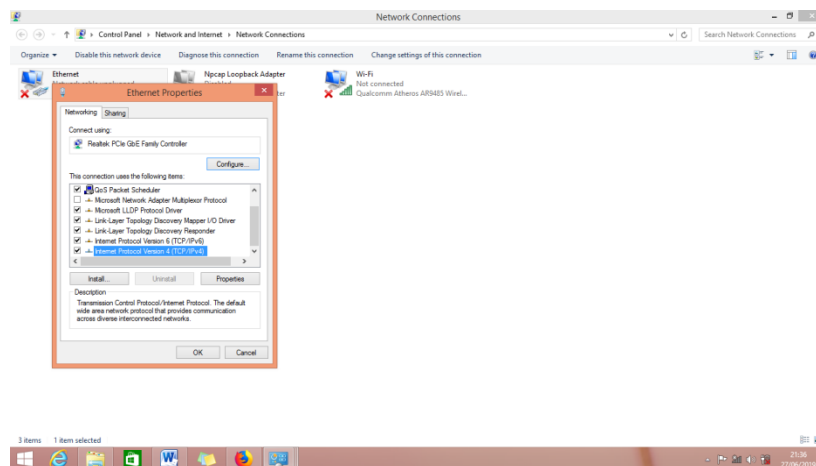
3.3 Implementasi Konfigurasi Router

Pada fase konstruksi penulis melakukan proses implementasi konfigurasi yang dilakukan pada sebuah ruangan dimana terdapat *access point* yang diberi nama TP-Link berikut ini proses konfigurasi dari Access Point TL-WA701ND.



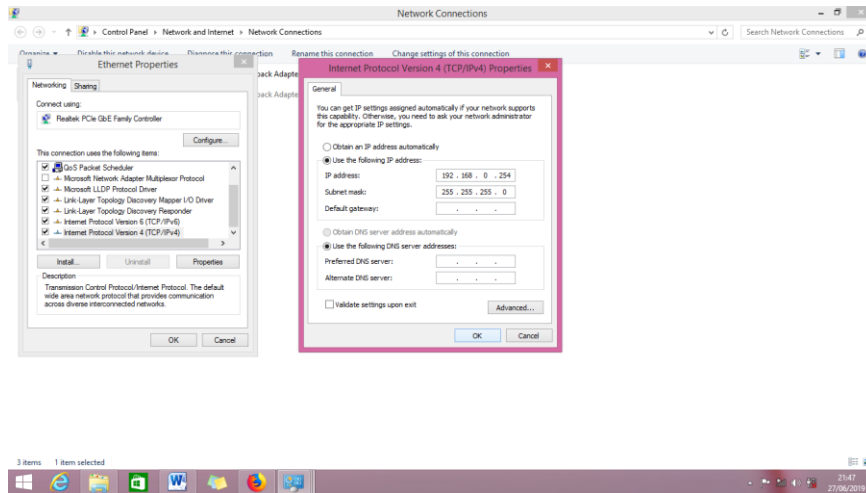
Gambar 3. 2 Wireless N Access Point TL-WA701ND

- a. Langkah awal setting LAN pada PC/Laptop yang akan dihubungkan dengan *Access Point* dengan mengklik change adapter settings Network Connection dapat dilihat pada Gambar 3.3.



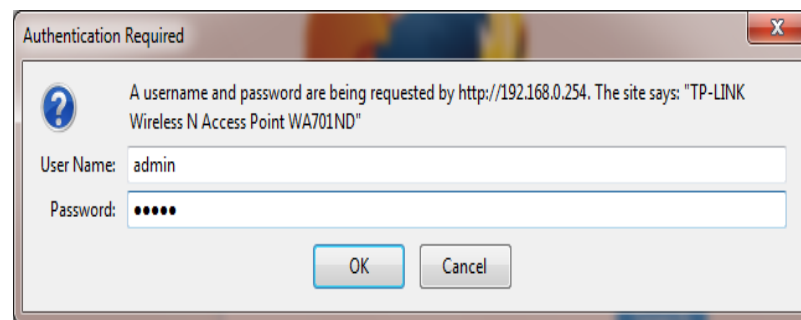
Gambar 3. 3 Local Area Network

- b. Pilih Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4), isi Use the following IP address, isi dengan IP address *aces point* 192.168.0.254 yang akan menjadi pembuka ke setting Access Point TL-WA701ND yang akan dikonfigurasi lebih dahulu sebelum dapat dikoneksikan dapat dilihat pada Gambar 3.4.



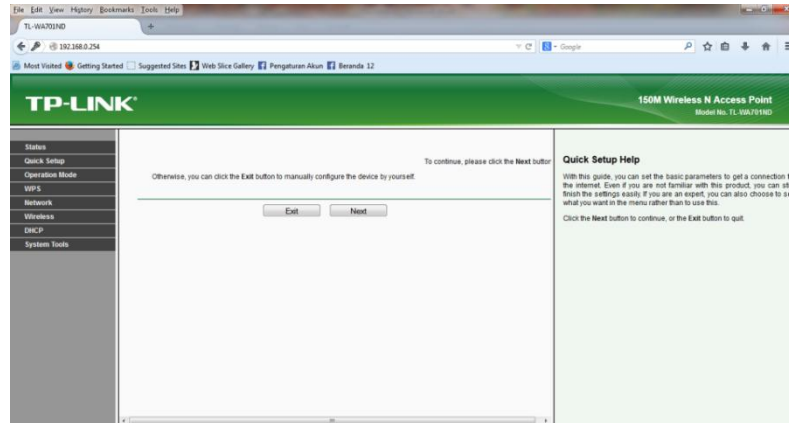
Gambar 3. 4 Mengisi Internet Protocol (TCP/IPv4)

- c. Setelah itu masuk ke browser mozilla isi dengan IP address 192.168.0.254 maka akan keluar tampilan pada Gambar 3.5 kemudian masukkan username dan password.



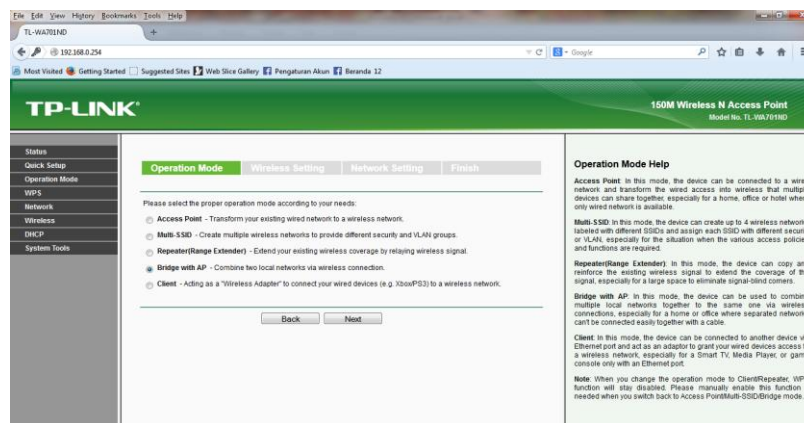
Gambar 3. 5 Tampilan Awal Masuk ke Konfigurasi TP-Link

- d. Kemudian klik OK dan akan masuk ke tampilan awal setting internet untuk memulai melakukan sebuah konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 3.6.



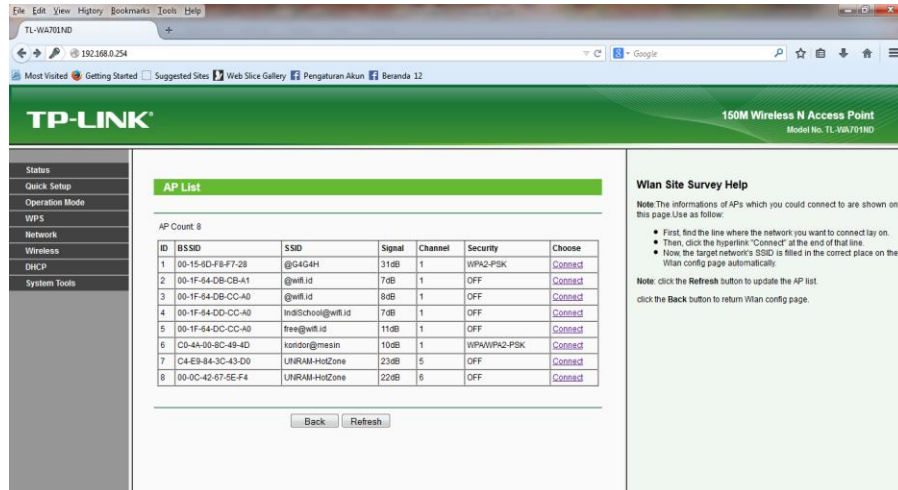
Gambar 3. 6 Masuk ke Internet Connection

- e. Lalu Next yang kemudian akan diarahkan ke Operation Mode pilih Bridge with AP untuk memilih jaringan yang akan digunakan sebagai sumber dari koneksi LAN untuk konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 3.7.



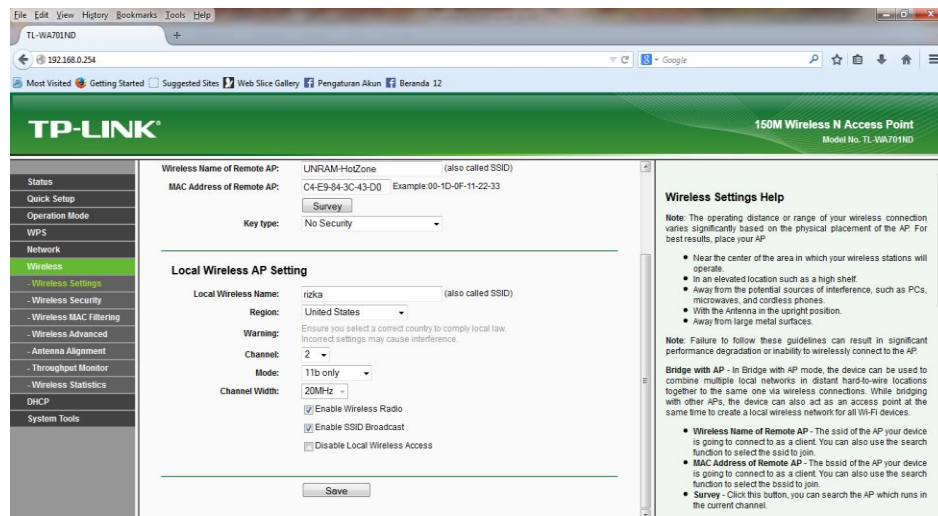
Gambar 3. 7 Konfigurasi Jaringan

- f. Memilih alamat IP yang akan dipakai oleh AP yaitu UNRAM-HotZone kemudian klik connect yang kemudian akan diarahkan ke konfigurasi berikutnya dapat dilihat pada Gambar 3.8.



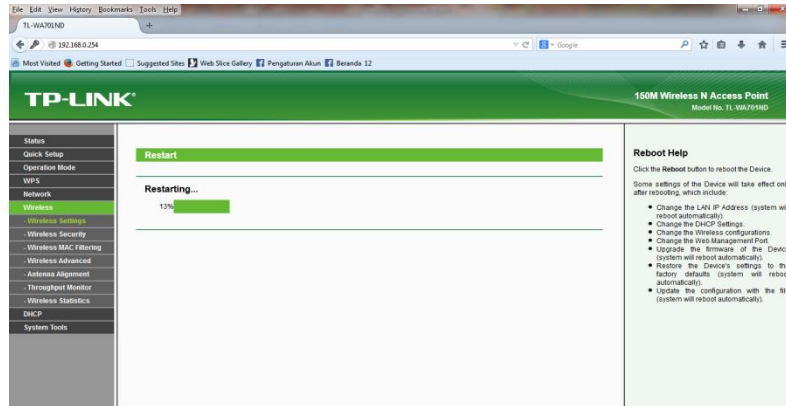
Gambar 3. 8 Konfigurasi jaringan

- g. Setelah itu Setting Wireless, untuk menentukan SSID Chanel yang akan digunakan, dan standar IEEE, dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Konfigurasi Jaringan

- h. Kemudian klik Save dan tunggu sampai proses dari system Reboot sampai selesai dapat dilihat pada Gambar 3.10.



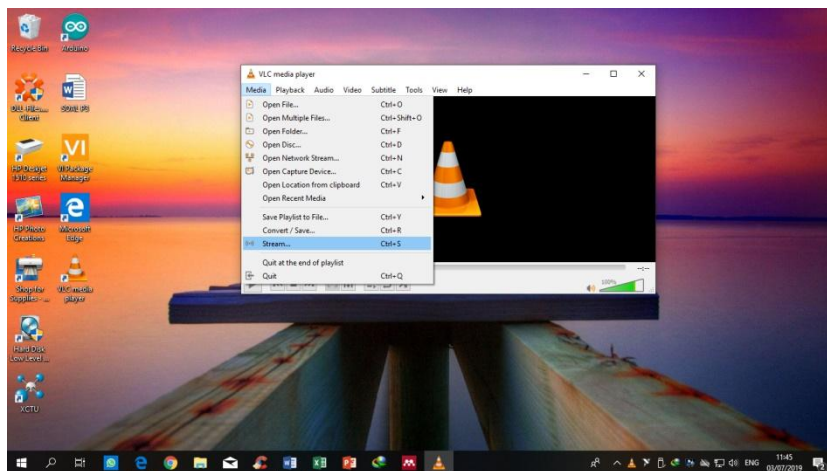
Gambar 3.10 Status Akhir Konfigurasi

- i. Setelah proses, setting selesai mulailah dilakukan proses pengambilan data untuk melakukan pengujian *Quality of Service* dengan menggunakan parameter *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* menggunakan aplikasi Wireshark.

3.4 Proses dan Tahap Pengambilan Data

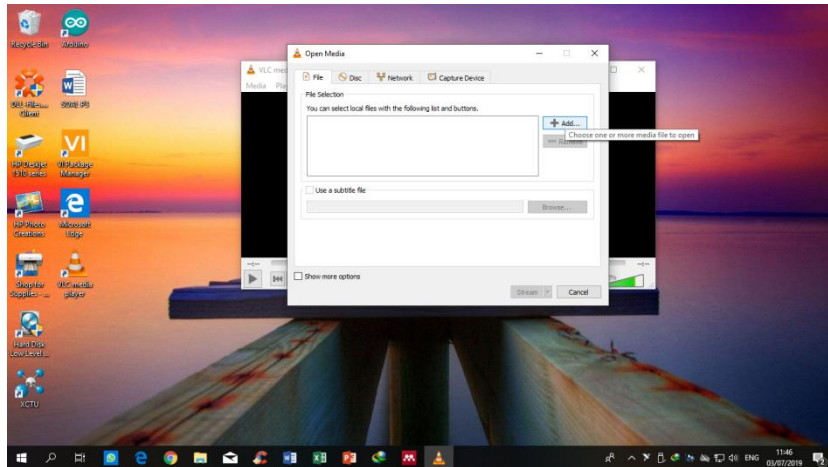
1. Pada komputer *Server/Tx*

Membuka aplikasi VLC dan memilih perintah Stream seperti pada Gambar 3.11.



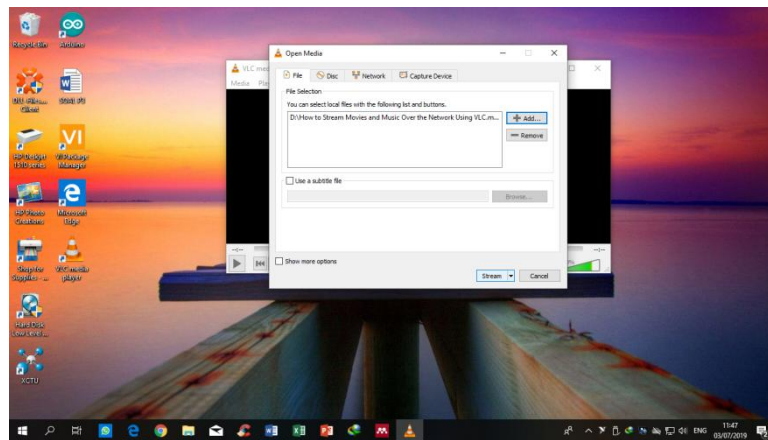
Gambar 3. 11 konfigurasi vlc pada laptop Server

Kemudian akan diarahkan ke langkah selanjutnya untuk memilih file video yang akan diputar dengan mengklik tombol add seperti pada Gambar 3.12.



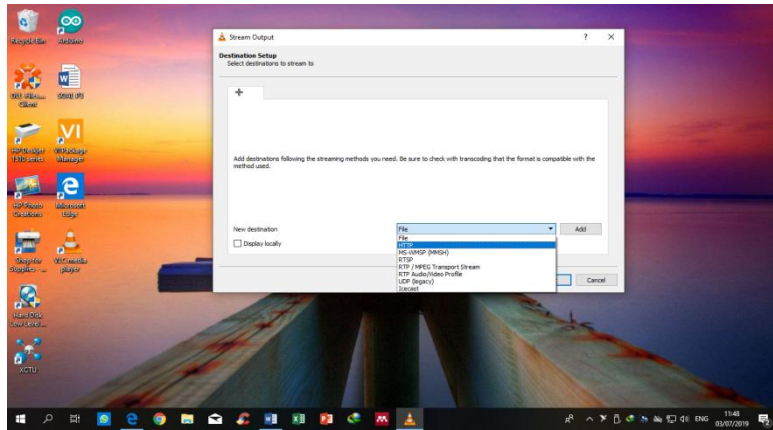
Gambar 3. 12 Penambahan Video Streaming

Setelah memilih video yang akan di putar kemudian lanjut ke proses selanjutnya untuk streaming video dengan mengklik tombol stream seperti yang di tunjukan pada Gambar 3.13.



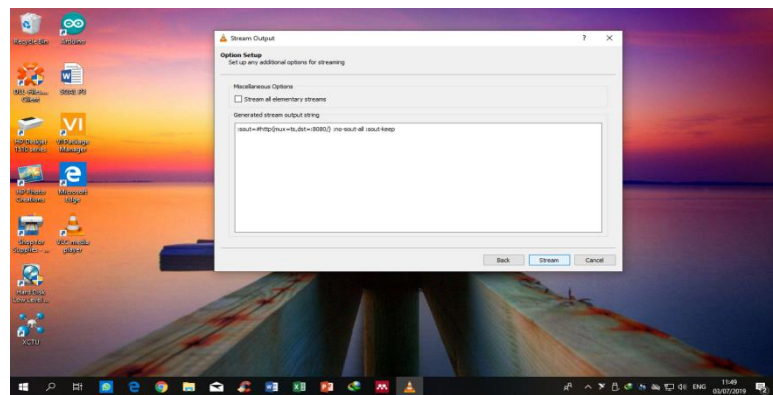
Gambar 3. 13 Proses Awal Streaming Video

Kemudian akan di arahkan ke proses selanjutnya dengan mengklik tombol next dan memilih jenis protokol yang akan digunakan sesuai pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Pemilihan Protokol Streaming

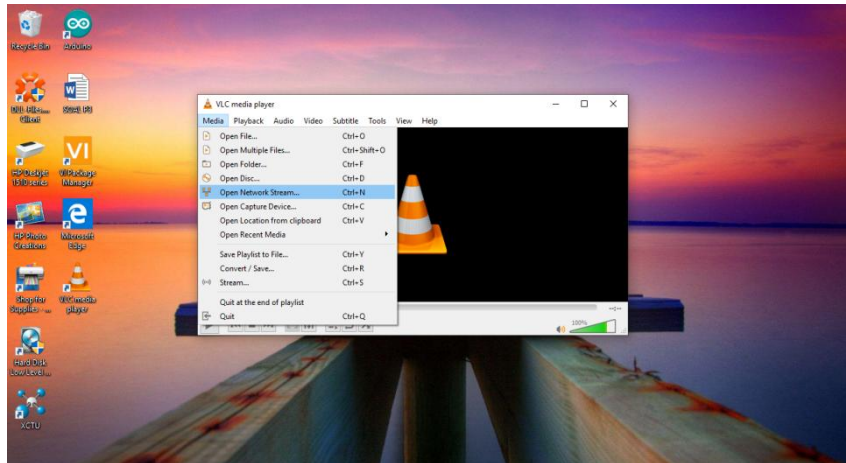
Selanjutnya proses terakhir dari streaming video dengan mengklik tombol stream pada langkah selanjutnya untuk memulai melakukan streaming video seperti pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Proses Akhir Streaming video.

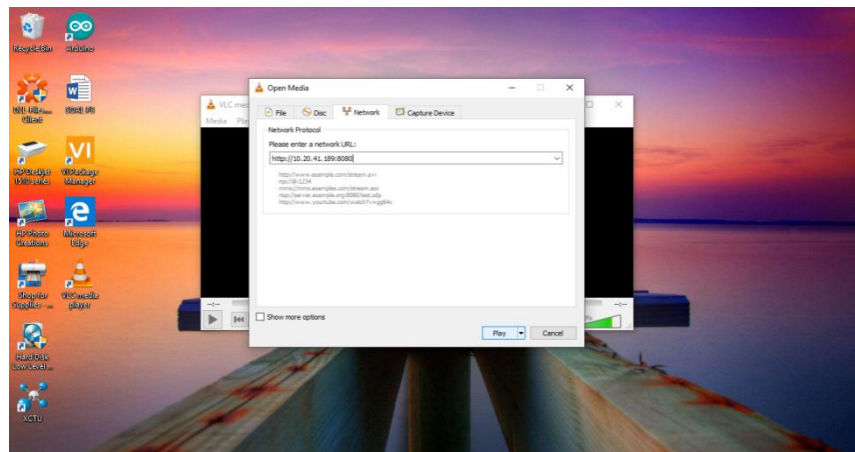
2. Pada komputer *Client/Rx*

Membuka aplikasi VLC dan memilih perintah Open Network Stream seperti pada Gambar 3.16.



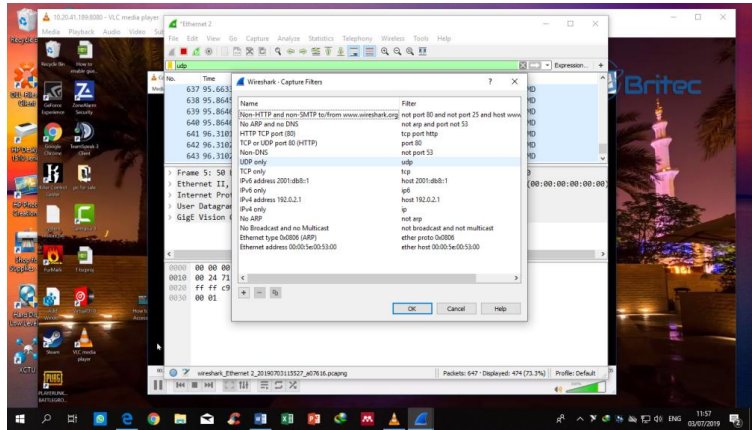
Gambar 3. 16 Konfigurasi VLC pada Laptop Client

Kemudian akan di arahkan kelangkah selanjutnya untuk memasukkan URL network dari video streaming yang dilakukan kemudian mengklik tombol Play seperti yang terlihat pada Gambar 3.17.



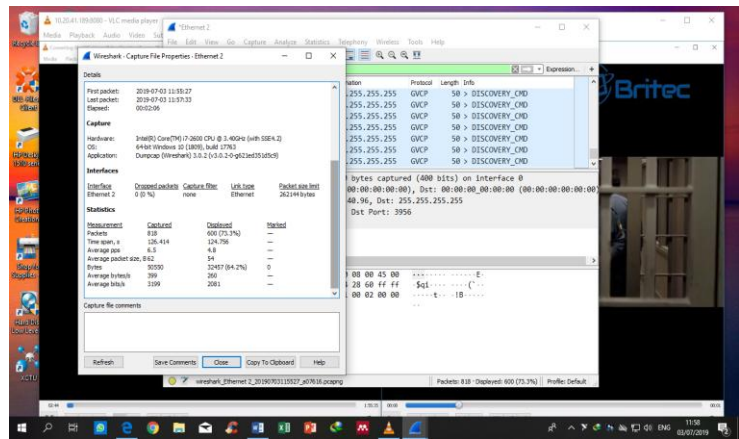
Gambar 3. 17 Memasukkan URL dari Video Streaming

Kemudia untuk langkah selanjutnya seraya video streaming berjalan, pada laptop server dan client menjalankan aplikasi *Wireshark* untuk mengukur nilai dari *Trougpath*, Tampilan pada aplikasi *Wireshark* dapat dilihat pada Gambar 3.18.



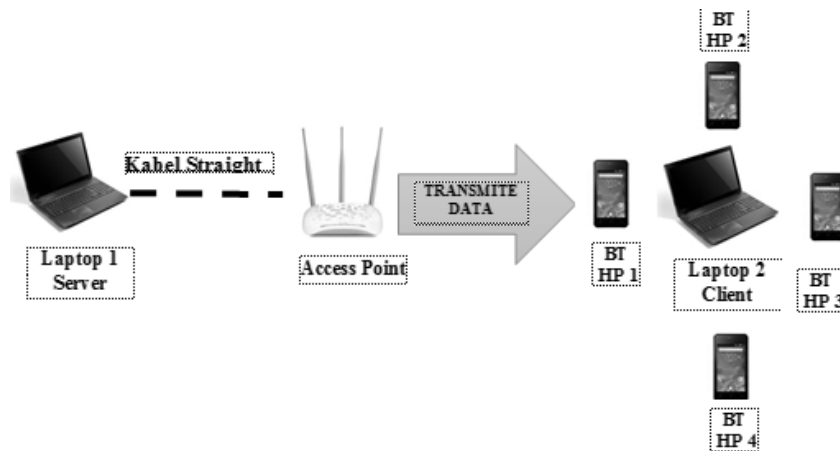
Gambar 3. 18 Capture File pada Wireshark

Kemudian didapatkan hasil dari Trougput pada Wireshark senilai 3199 bits/s seperti pada Gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Hasil dari Percobaan Pada Wireshark

3.5 Konfigurasi Perangkat



Gambar 3. 20 Set-Up Pengukuran

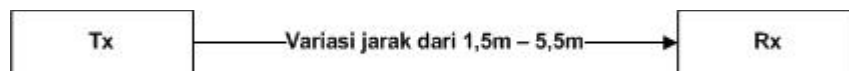
Pada Gambar 3.3 dapat dilihat Set-Up pengukuran dalam mengambil data dimana disediakan 1 buah laptop sebagai *server* dan 1 buah laptop sebagai *client*, dan pengaturan kanal pada *access point* yaitu pada kanal 8 (frekuensi 2,447 GHz) pada laptop *client* diletakkan 4 buah *handphone* yang diaktifkan bluetoothnya dengan kanal kerja ($f = 2,402 + n \text{ Mhz}$; $n = 0, \dots, 78$) 2,447 Mhz sebagai penginterferensi dan juga diinstall *software wireshark* pada laptop *client* dan *server* untuk mengukur nilai throughput. Pengujian dilakukan dengan mentransfer file berupa *video streaming* menggunakan software VLC (Media Player).

3.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui nilai dari parameter QOS berupa *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* dan untuk mengetahui pengaruh interferensi dari *Bluetooth* dengan menggunakan 3 skenario sebagai berikut:

1. Pengujian Tanpa Adanya Bluetooth

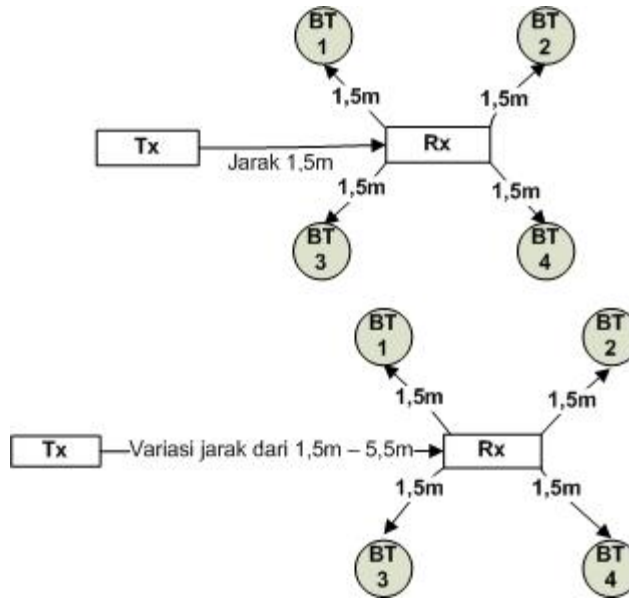
Set-up pengukuran dalam pengambilan data pada tahap awal ini dimana disediakan 1 buah laptop sebagai *server* (pengirim) dan 1 buah laptop sebagai *client* (penerima) tanpa adanya Bluetooth sebagai penginterferensi atau dalam kondisi normal dengan jarak Tx dan Rx yang bervariasi dalam meter yaitu 1,5 m, 2,5 m, 3,5 m, sampai 5,5 m yang didapatkan dari perhitungan panjang gelombang $\lambda = c/f$.



Gambar 3. 21 Skenario Pengukuran Tanpa Adanya Bluetooth Dengan Variasi Jarak

2. Pengujian Skenario Pengukuran Interferensi Terhadap Jarak antara Tx-Rx

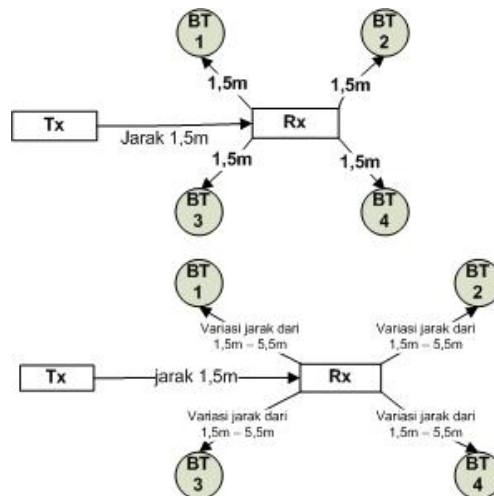
Skenario pengukuran dalam pengambilan data pada tahap ini dimana disediakan 1 buah laptop sebagai *server* (pengirim) dan 1 buah laptop sebagai *client* (penerima) dengan mengikuti kondisi skenario awal dalam penambahan jarak terhadap Tx dan Rx dengan tambahan penginterferensi bluetooth dengan jarak yang tetap yaitu (1,5 m).



Gambar 3. 22 Skenario Pengukuran Interferensi Terhadap Jarak antara Tx-Rx

3. Pengujian Skenario Pengukuran Interferensi Jarak dari Bluetooth Terhadap Rx

Skenario pengukuran dalam pengambilan data pada tahap ini dimana disediakan 1 buah laptop sebagai *server* (pengirim) dan 1 buah laptop sebagai *client* (penerima) dengan menggunakan Bluetooth sebagai penginterferensi, dimana dalam kondisi ini jarak dari penginterferensi berubah-ubah terhadap Rx dengan variasi jarak dalam meter yaitu 1,5 m, 2,5 m, 3,5 m sampai 5,5 m, (perhitungan panjang gelombang $\lambda = c/f.$) dengan jarak Tx dan Rx yang tetap yaitu 1,5 m.



Gambar 3. 23 Skenario Pengukuran Interferensi Jarak dari Bluetooth Terhadap Rx

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep yang diterapkan dalam penulisan ini mengacu pada interferensi dari *bluetooth* yang terjadi pada jaringan *wireless* yang akan di monitoring menggunakan software *wireshark* untuk melihat parameter dari *Quality of Service (QOS)* yaitu *Througput, Delay* dan *Jitter*

4.1 Data Pengukuran

Data pengukuran diambil berdasarkan rancangan-rancangan skenario yang telah ditetapkan sebelumnya sebagai acuan dalam pengambilan data dan proses pengambilan serta banyaknya data yang akan diambil mengacu pada percobaan pertama.

4.1.1 Tanpa Adanya Interferensi Bluetooth

a. Kondisi LOS

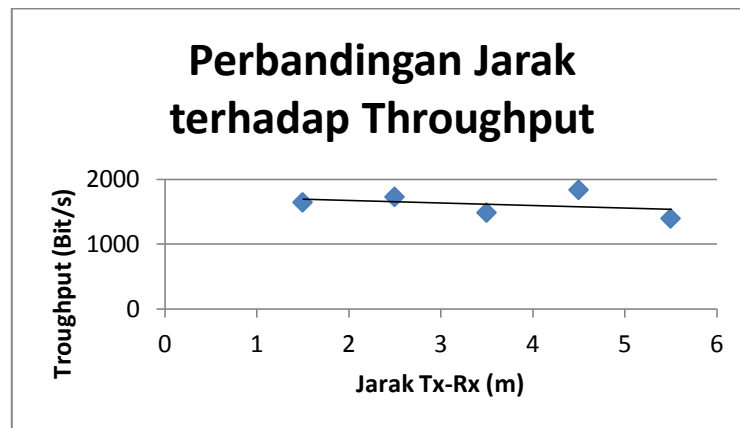
Pada tahap pengujian akan menggunakan *wireshark* yang dilakukan dengan 5 kali percobaan dan setiap penambahan jarak diambil 10 data sampel berikut pengukuran dan estimasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 5 Kali Percobaan

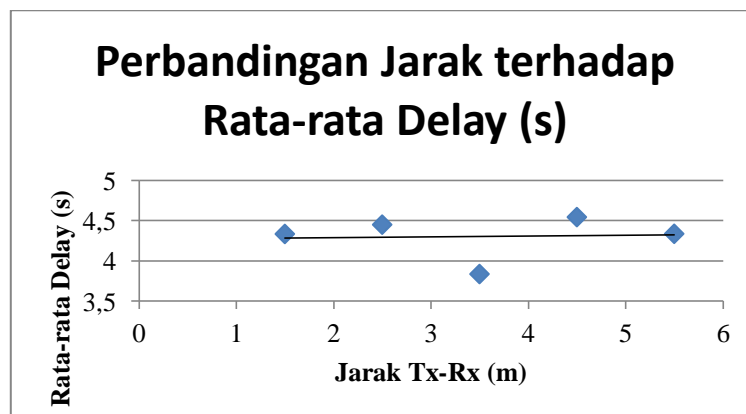
Percobaan	Jarak Tx ke Rx (m)	Besar File Video (Mb)
1	1,5	1.395
2	2,5	1.395
3	3,5	1.395
4	4,5	1.395
5	5,5	1.395

Untuk hasil percobaan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini
 Tabel 4.4 Hasil Percobaan Skenario Tanpa adanya Bluetooth Kondisi LOS

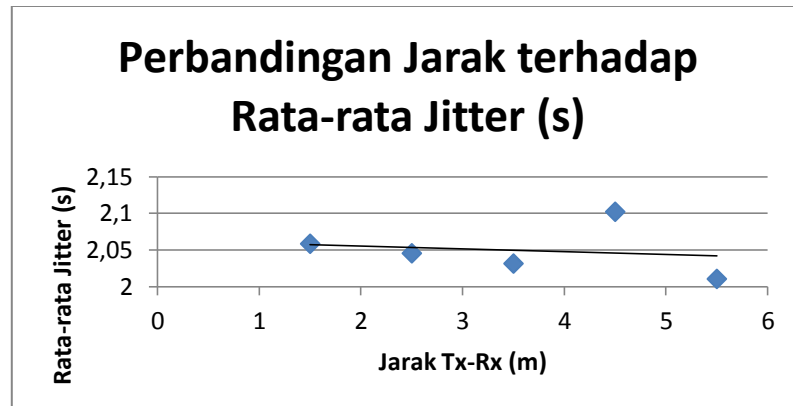
Jarak Tx ke Rx (m)	Besar File Video (Mb)	Rata-rata Troughput (Bits/s)	Rata-rata Delay (s)	Rata-rata Jitter (s)
1,5	1.395	1644,5	4,3372	2,0585196
2,5	1.395	1729,2	4,4533	2,0455196
3,5	1.395	1486	3,8378	2,0315187
4,5	1.395	1837,2	4,5473	2,1022391
5,5	1.395	1396	4,3394	2,0105371



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Jarak Terhadap Troughput



Gambar 4.2 Perbandingan Jarak Terhadap Rata-rata Delay



Gambar 4.3 Perbandingan Jarak terhadap Rata-rata Jitter

Dari ketiga grafik pada gambar 4.1 sampai dengan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pengaruh penambahan jarak pada tiga parameter QOS *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* dalam kondisi LOS dapat dikatakan berpengaruh saat adanya penambahan jarak dimana pernyataan ini sesuai dengan teori dari kecepatan (m/s), jarak (m), dan waktu (s) diturunkan dalam rumus,

($v = s/t$) dimana nilai dari waktu ($t = s/v$) jika jarak tempuh makin tinggi maka waktu yang dibutuhkan juga akan semakin tinggi dapat dilihat dari grafik bahwa *throughput* akan makin mengalami penurunan saat adanya penambahan jarak.

Dimana pada Gambar 4.1 nilai *throughput* pada kondisi awal yaitu jarak 1,5 m sebesar 1644,5 (bits/s) hingga 1396 (bits/s) pada kondisi terakhir jarak 5,5 m, walaupun kondisi dari nilai yang didapatkan fluktuatif

Pada Gambar 4.2 kondisi nilai juga mengalami fluktuasi namun mengalami kenaikan dari kondisi awal dengan nilai dari *delay* 4,3372 (s) menjadi 4,3394 (s) pada kondisi akhir

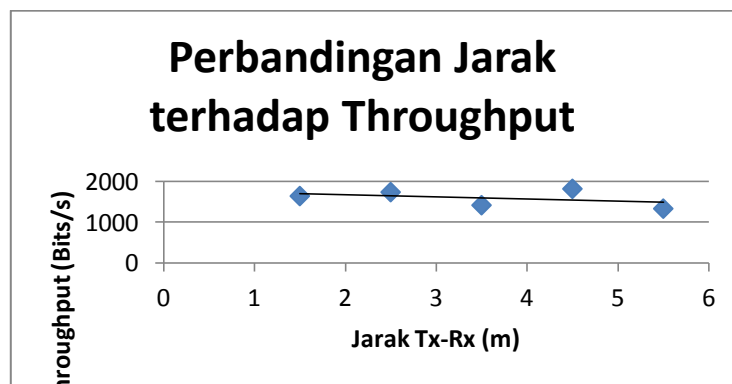
Dan demikian juga pada Gambar 4.3 nilai dari *Jitter* mengalami fluktuasi namun terjadi peningkatan nilai dari kondisi awal yaitu 2,0585 (s) menjadi 2,0105 (s) dikarenakan penambahan jarak

b. Kondisi NLOS

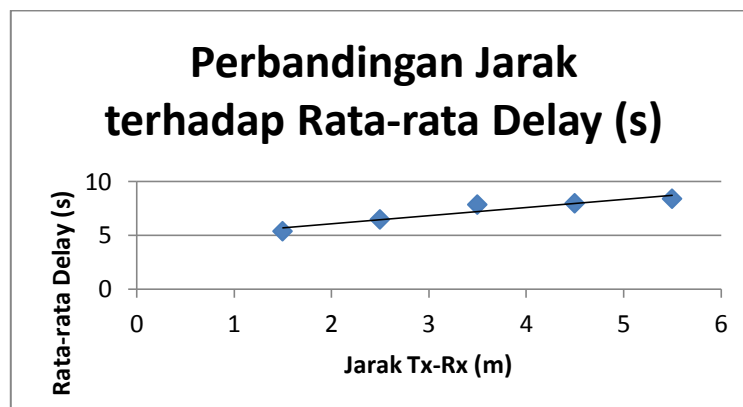
Hasil percobaan pada kondisi NLOS dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4.5 Hasil Percobaan Skenario Tanpa adanya Bluetooth Kondisi NLOS

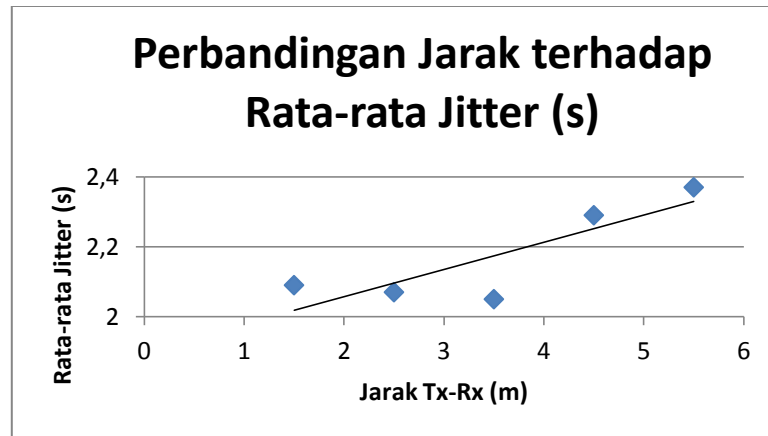
Jarak Tx ke Rx (m)	Besar File Video (Mb)	Rata-rata Troughput (Bits/s)	Rata-rata Delay (s)	Rata-rata Jitter (s)
1,5	1.395	1643,6	5,3673	2,09
2,5	1.395	1739,2	6,4633	2,07
3,5	1.395	1420	7,8379	2,05
4,5	1.395	1820,2	7,9583	2,29
5,5	1.395	1336	8,3814	2,37



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Jarak Terhadap Throughput



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Jarak terhadap Rata rata Delay



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Jarak terhadap Rata-rata Jitter

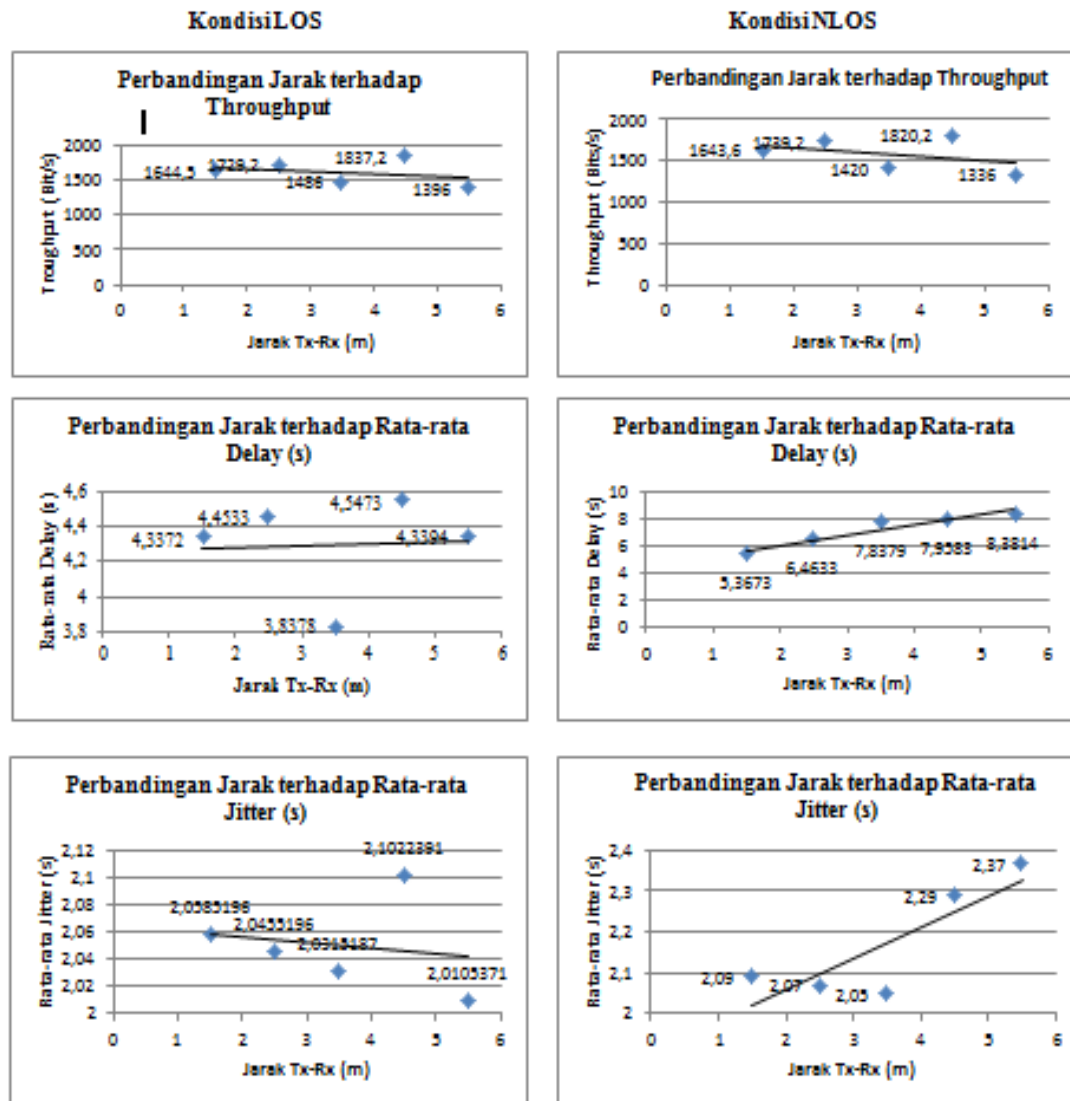
Untuk kondisi NLOS pengaruh dari penambahan jarak pada parameter QOS *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* dilihat dari ketiga grafik pada Gambar 4.4 sampai Gambar 4.6 juga dapat dikatakan berpengaruh atau juga dapat dikatakan sama dengan kondisi sebelumnya.

Pada Gambar 4.4 kondisi dari nilai *throughput* mengalami fluktuasi dengan kondisi yang mengalami penurunan dari keadaan awal dengan nilai 1643,6 (bits/s) hingga pada kondisi terakhir yaitu 1336 (bits/s)

Pada Gambar 4.5 pertambahan dari nilai *delay* yang semakin besar yaitu dari kondisi awal pengukuran yaitu 5,3673 (s) hingga 8,3814 (s) pada pengukuran terakhir, itu disebabkan karena adanya proses pengiriman data mengalami pemantulan karena di halangi oleh sekat namun dengan tingkat fluktuasi nilai yang rendah,

Dan pada Gambar 4.6 nilai dari *Jitter* juga mengalami fluktuasi namun tetap adanya kenaikan nilai dari kondisi awal yaitu 2,09 (s) menjadi 2,3 (s) dengan variasi nilai yang sangat fluktuatif.

c. Analisa Perbandingan Kondisi LOS dan NLOS



Gambar 4.7 Perbandingan kondisi LOS dan NLOS

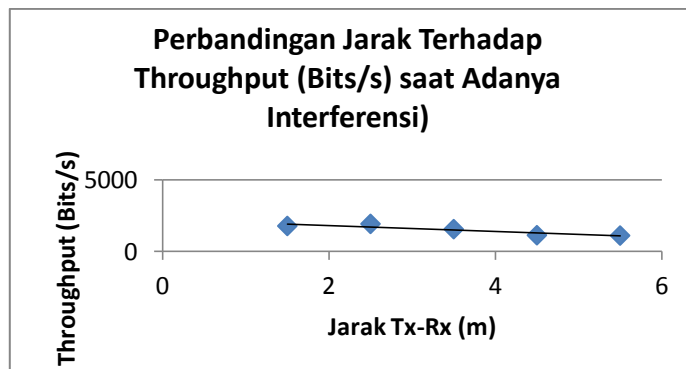
Dari Gambar 4.7 dapat kita ketahui bahwa kondisi dari percobaan yang memiliki nilai uji yang baik, didapatkan ketika kondisi LOS dengan nilai dari *Throughput* yang lebih besar yaitu 1644,5 bits/s dibandingkan dengan kondisi NLOS yaitu 1643,6 bits/s dan nilai dari *Delay* yang kecil pada kondisi LOS yaitu 4,3372 (s) dibandingkan dengan kondisi NLOS sebesar 5,3673 (s)

4.1.2 Adanya Interferensi Bluetooth dengan Perubahan Jarak Antara Tx dan Rx

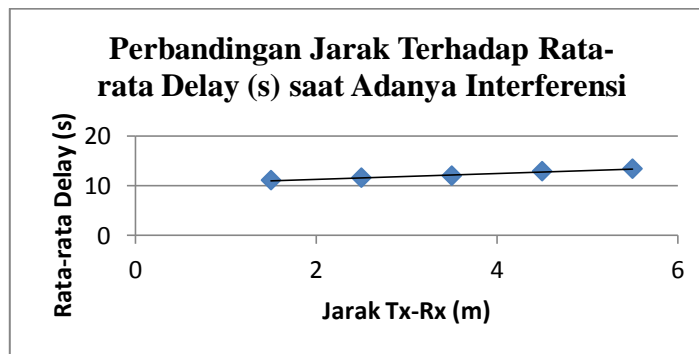
a. Kondisi LOS

Tabel 4.5 Hasil Percobaan Adanya interferensi Bluetooth

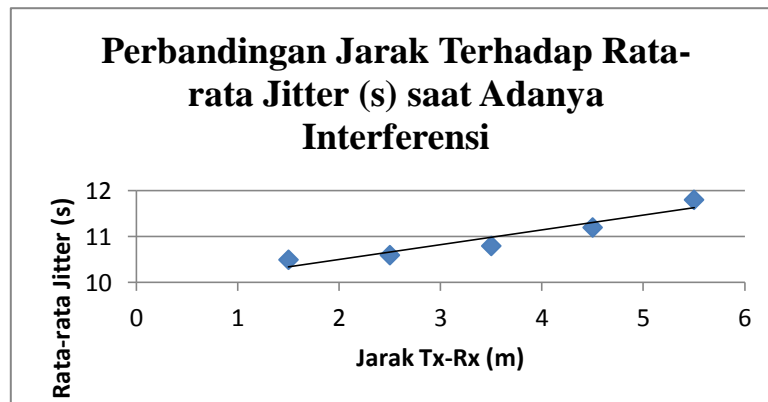
Jarak Tx ke Rx (m)	Jarak Bluetooth (m)	Besar File Video (Mb)	Rata-rata Troughput (Bits/s)	Rata-rata Delay (s)	Rata-rata Jitter (s)
1,5	1,5	1.395	1778	11,1	10,5
2,5	1,5	1.395	1923	11,6	10,6
3,5	1,5	1.395	1557	12,0	10,8
4,5	1,5	1.395	1134	12,9	11,2
5,5	1,5	1.395	1110	13,4	11,8



Gambar 4.7 Grafik perbandingan Jarak Terhadap Throughput saat adanya interferensi



Gambar 4.8 Grafik perbandingan Jarak Terhadap Rata-rata Delay saat adanya interferensi



Gambar 4.9 Grafik perbandingan Jarak Terhadap Rata-rata Jitter saat adanya interferensi

Untuk kondisi dimana adanya interferensi dari bluetooth pengaruhnya terhadap parameter QOS yaitu *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* dapat kita lihat dari ketiga grafik di atas bahwa nilai dari ketiga parameter tersebut mengalami perubahan dimana nilai *throughput* mengalami penurunan karena adanya interferensi dari *bluetooth* disebabkan proses pengiriman yang berulang-ulang hingga nilai dari *delay*-nya pun menjadi tinggi dari kondisi sebelumnya yang tanpa adanya interferensi.

Dimana pada Gambar 4.7 nilai *throughput* pada kondisi awal yaitu jarak 1,5 m sebesar 1778 (bits/s) hingga 1110 (bits/s) pada kondisi terakhir jarak 5,5 m, walaupun kondisi dari nilai yang didapatkan fluktuatif.

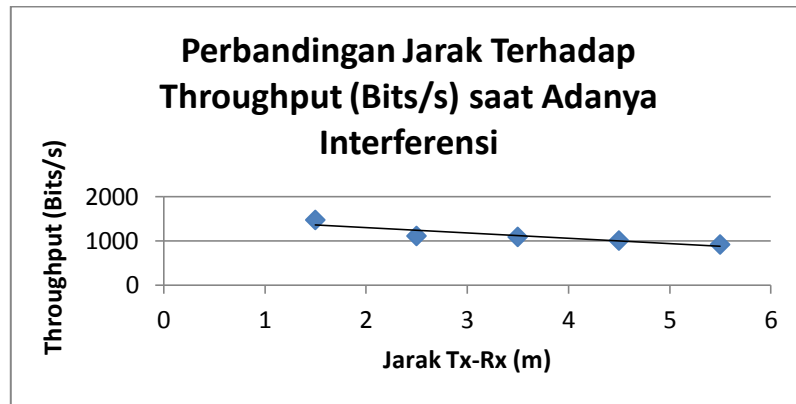
Pada Gambar 4.8 kondisi nilai juga mengalami fluktuasi namun mengalami kenaikan dari kondisi awal dengan nilai dari *delay* 11,1 (s) menjadi 13,4 (s) pada kondisi akhir.

Dan demikian juga pada Gambar 4.9 nilai dari *Jitter* mengalami fluktuasi namun terjadi peningkatan nilai dari kondisi awal yaitu 10,5 (s) menjadi 11,8 (s) dikarenakan penambahan jarak dan adanya interferensi.

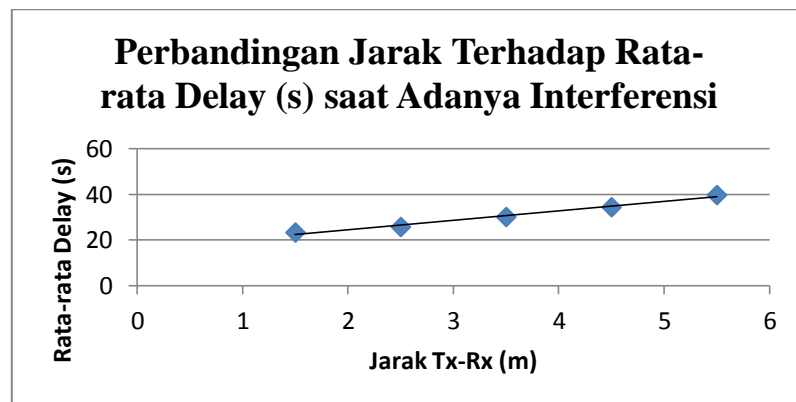
b. Kondisi NLOS

Tabel 4.6 Hasil Percobaan Interferensi Bluetooth

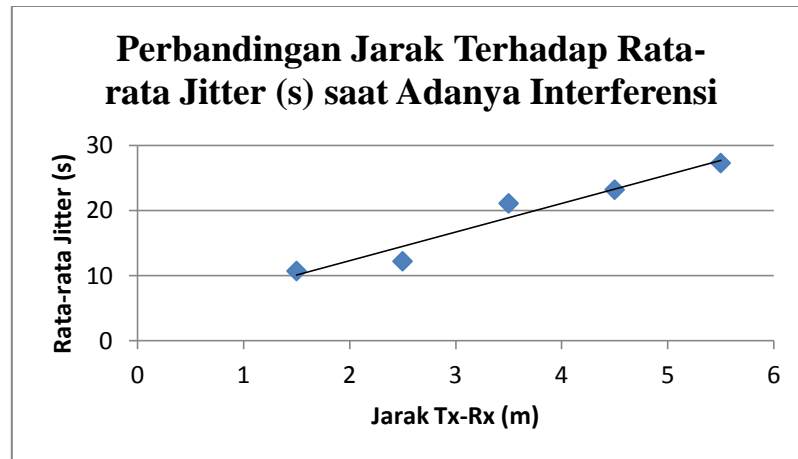
Jarak Tx ke Rx (m)	Jarak Bluetooth (m)	Besar File Video (Mb)	Rata-rata Troughput (Bits/s)	Rata-rata Delay (s)	Rata-rata Jitter (s)
1,5	1,5	1.395	1476	23,34	10,7
2,5	1,5	1.395	1113	25,77	12,2
3,5	1,5	1.395	1092	30,14	21,1
4,5	1,5	1.395	1009	34,42	23,2
5,5	1,5	1.395	920	39,73	27,3



Gambar 4.10 Grafik perbandingan Jarak Terhadap Throughput saat adanya interferensi



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Jarak Terhadap Rata-rata delay saat adanya interferensi



Gambar 4.12 Grafik perbandingan Jarak Terhadap Rata-rata Jitter saat adanya interferensi

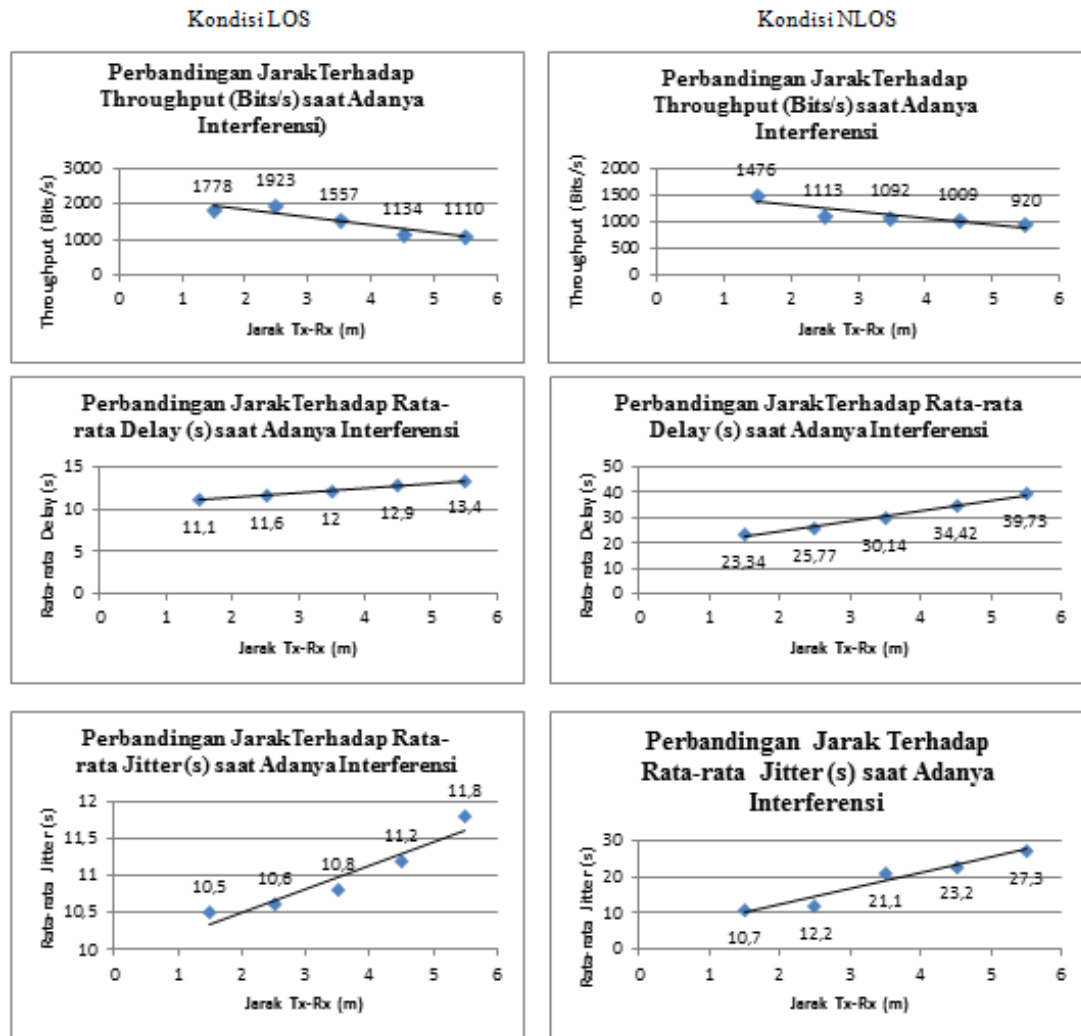
Adapun perbandingan jarak terhadap ke tiga parameter QOS pada kondisi NLOS pengaruh dari penambahan jarak pada parameter QOS *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* dilihat dari ketiga grafik pada Gambar 4.10 sampai Gambar 4.12 juga dapat dikatakan berpengaruh.

Pada Gambar 4.10 kondisi dari nilai *throughput* mengalami tingkat fluktuasi yang rendah dibanding kondisi sebelumnya dengan kondisi yang mengalami penurunan dari keadaan awal dengan nilai 1476 (bits/s) hingga pada kondisi terakhir yaitu 920 (bits/s) dan hal itu disebabkan adanya penambahan jarak juga adanya interferensi dari bluetooth yang mengakibatkan kualitas dari *throughput* menurun.

Pada Gambar 4.11 karena adanya interferensi dari bluetooth dan juga adanya sekat yang menghalangi proses pengiriman data hingga membuat pertambahan dari nilai *delay* yang semakin besar yaitu dari kondisi awal pengukuran yaitu 23,34 (s) hingga 39,73 (s) pada pengukuran terakhir, itu disebabkan karena adanya proses pengiriman data mengalami pemantulan karena di halangi oleh sekat namun dengan tingkat fluktuasi nilai yang rendah,

Dan pada Gambar 4.12 nilai dari *Jitter* juga mengalami fluktuasi namun dengan kondisi yang mengalami peningkatan nilai dari kondisi awal yaitu dari 10,7 (s) menjadi 27,3 (s) dengan variasi nilai yang sangat fluktuatif yang disebabkan adanya penghalang hingga variasi dari *delay* yang cukup besar.

c. Analisa Perbandingan Kondisi LOS dan NLOS Saat Adanya Interferensi Bluetooth Pengaruh Terhadap Jarak Tx-Rx



Gambar 4.13 Perbandingan Kondisi LOS dan NLOS Saat Adanya Interferensi Bluetooth Pengaruh Terhadap Jarak Tx-Rx

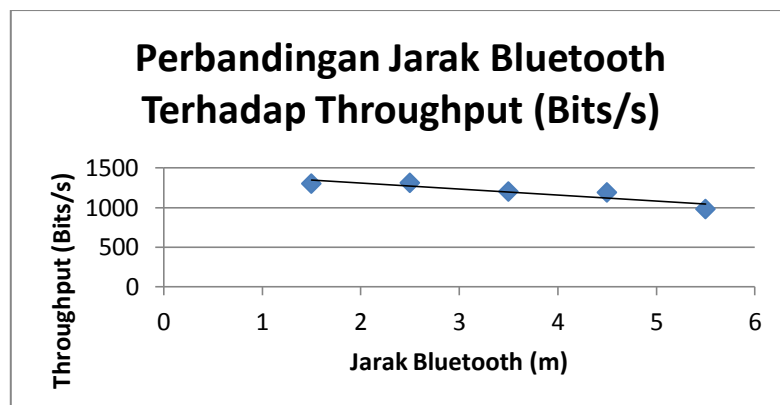
Dari Gambar 4.13 dapat kita lihat bahwa kondisi dari percobaan yang memiliki nilai uji yang baik, didapatkan ketika kondisi LOS baik dari nilai *Throughput* yang lebih besar yaitu 1778 bits/s dibandingkan dengan kondisi NLOS yaitu 1476 bits/s dan nilai dari *Delay* yang kecil yaitu 11,1 (s) pada kondisi LOS dibandingkan dengan kondisi NLOS 23,34 (s).

4.1.3 Adanya Interferensi dari Pertambahan Jarak Bluetooth Terhadap Rx

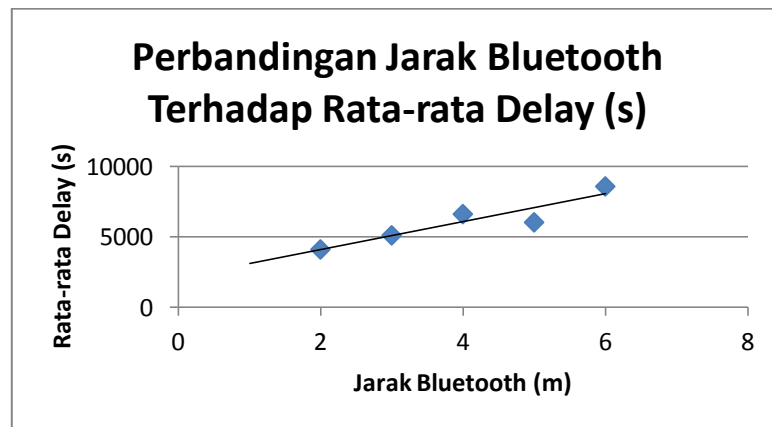
a. Kondisi LOS

Tabel 4.7 Hasil percobaan Pertambahan Jarak dari Bluetooth

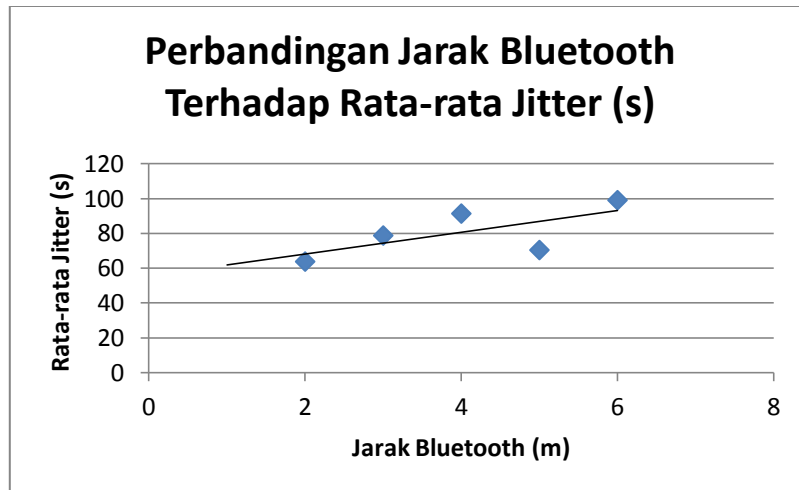
Jarak Tx ke Rx (m)	Jarak Bluetooth (m)	Besar File Video (Mb)	Rata-rata Troughput (Bits/s)	Rata-rata Delay (s)	Rata-rata Jitter (s)
1,5	1,5	1.395	1301	4105,5	63,791
1,5	2,5	1.395	1311	5108,02	78,762
1,5	3,5	1.395	1201	6614	91,375
1,5	4,5	1.395	1190	6032	70,432
1,5	5,5	1.395	980,2	8580	99,057



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Jarak Bluetooth Terhadap Througput



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Jarak Bluetooth Terhadap Rata-rata Dela



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Jarak Bluetooth Terhadap Rata-rata Jitter

Dari ketiga grafik pada Gambar 4.13 sampai 4.15 dapat kita lihat bahwa penambahan Jarak dari media penginterferensi berupa bluetooth sangat berpengaruh terhadap perubahan nilai dari parameter QOS yaitu *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* dan dapat dikatakan bahwa semakin jauh media penginterferensi nilai dari throughput, delay maupun jitter semakin baik sesuai dengan teori dimana jarak berpengaruh terhadap waktu ($t=s/v$) ini juga berlaku untuk media penginterferensi dengan uji pertambahan jarak karena jika semakin jauh jarak dari penginterferensi maka waktu terjadinya interferensi antar sinyal akan semakin lama.

Dimana pada Gambar 4.13 nilai *throughput* pada kondisi awal yaitu jarak 1,5 m sebesar 1301 (bits/s) hingga 980,2 (bits/s) pada kondisi terakhir jarak 5,5 m, dan kondisi dari nilai yang didapatkan sedikit fluktuatif.

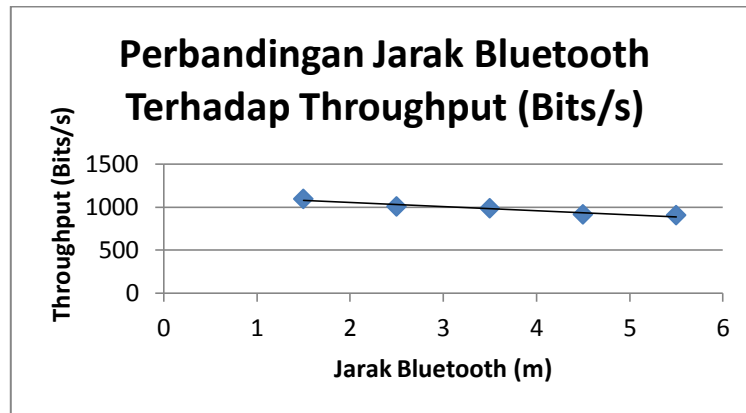
Pada Gambar 4.14 kondisi nilai juga mengalami fluktuasi namun mengalami kenaikan dari kondisi awal dengan nilai dari *delay* 4,105 (s) menjadi 8,4580 (s) pada kondisi akhir.

Dan demikian juga pada Gambar 4.15 nilai dari *Jitter* mengalami fluktuasi yang cukup tinggi namun terjadi kenaikan nilai dari kondisi awal yaitu 63,7 (s) menjadi 99,05 (s) dikarenakan penambahan jarak dari bluetooth dan adanya interferensi.

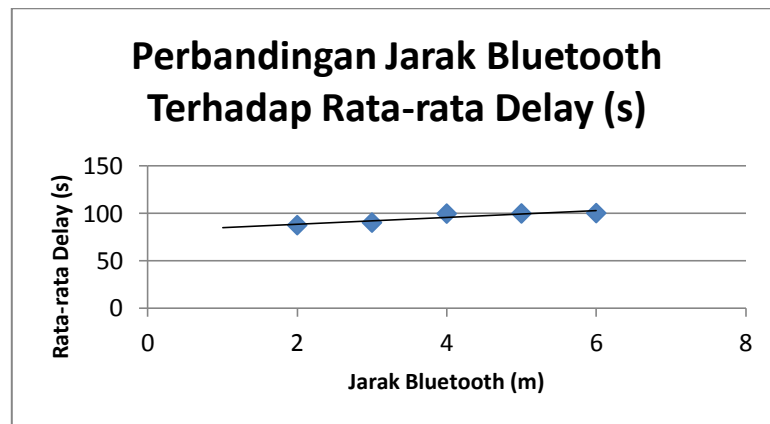
b. Kondisi NLOS

Tabel 4.8 Hasil percobaan Penambahan Jarak dari Bluetooth

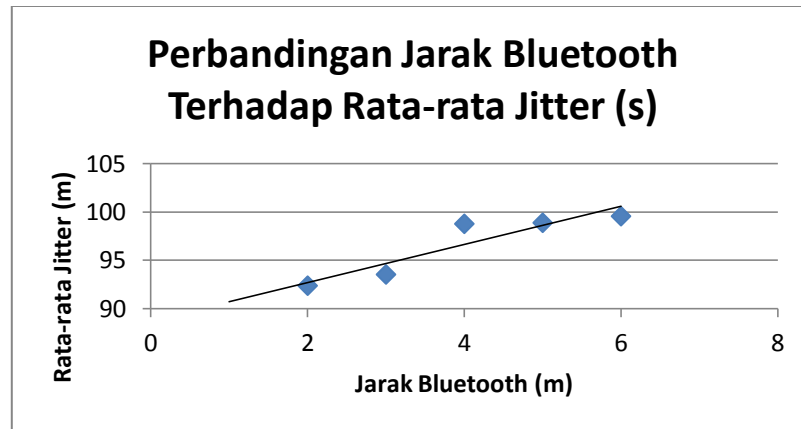
Jarak Tx ke Rx (m)	Jarak Bluetooth (m)	Besar File Video (Mb)	Rata-rata Troughput (Bits/s)	Rata-rata Delay (s)	Rata-rata Jitter (s)
1,5	1,5	1.395	1097	87,60	92,375
1,5	2,5	1.395	1009	90,32	93,537
1,5	3,5	1.395	987,9	99,80	98,781
1,5	4,5	1.395	917	99,97	98,889
1,5	5,5	1.395	908,02	100,34	99,570



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Jarak Bluetooth Terhadap Throughput



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Jarak Bluetooth Terhadap Rata-rata Delay



Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Jarak Bluetooth Terhadap Rata-rata Jitter

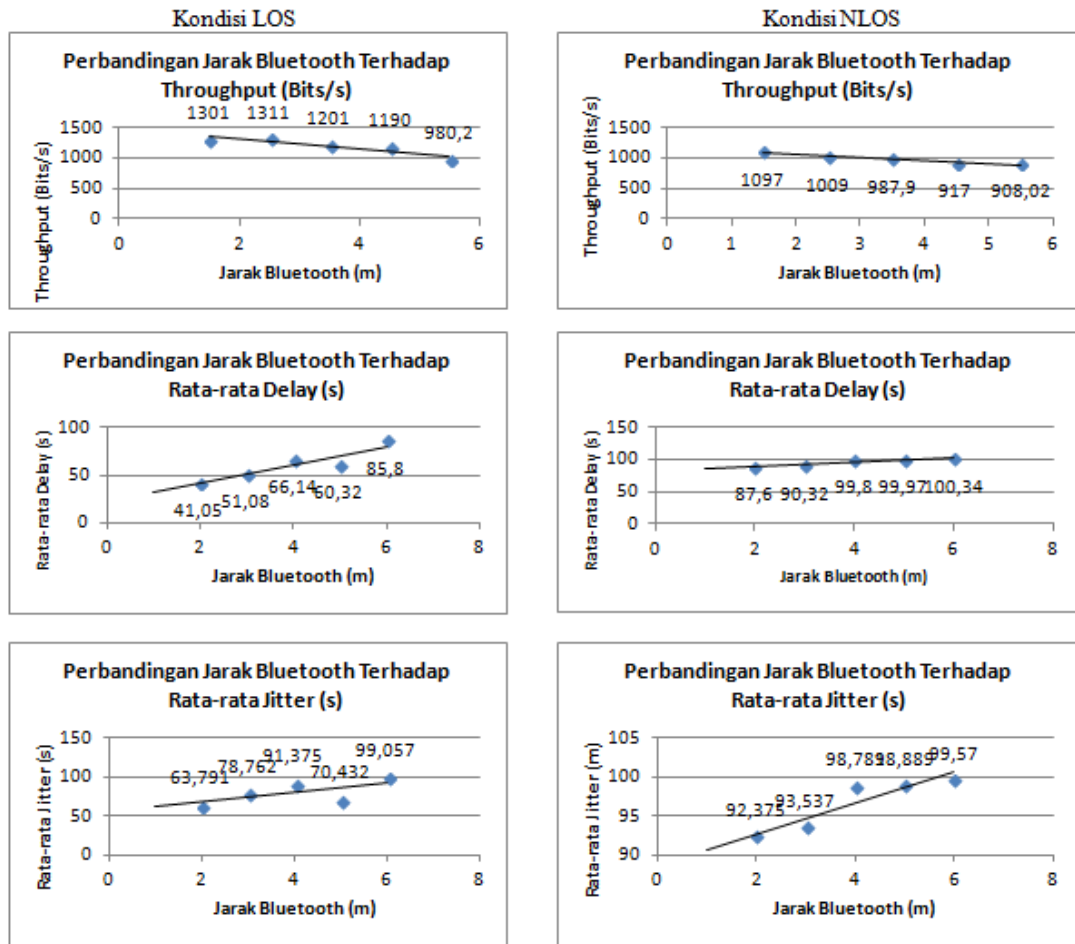
Dan untuk ketiga grafik pada kondisi NLOS juga menampilkan kondisi perubahan rata-rata pada parameter QOS yang sama yaitu mengalami kenaikan dari nilai *delay* dan *jitter* sedangkan nilai dari *throughput* mengalami penurunan hanya berbeda dalam besar nilai dari parameter *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* dengan kondisi sebelumnya.

Pada Gambar 4.16 kondisi dari nilai *throughput* mengalami fluktuasi dengan kondisi yang mengalami penurunan nilai dari keadaan awal yaitu 1097 (bits/s) hingga pada kondisi terakhir sebesar 908,02 (bits/s)

Pada Gambar 4.17 penambahan dari nilai *delay* yang semakin besar yaitu dari kondisi awal pengukuran yaitu 87,60 (s) hingga 100,3 (s) pada pengukuran terakhir, itu disebabkan karena adanya proses pengiriman data mengalami pemantulan karena di halangi oleh sekat namun dengan tingkat fluktuasi nilai yang rendah,

Dan pada Gambar 4.18 nilai dari *Jitter* juga mengalami fluktuasi nilai namun memiliki peningkatan nilai dari kondiisi awal yaitu 2,09 (s) menjadi 2,3 (s) dengan variasi nilai yang sangat fluktuatif.

c. Analisa Perbandingan Kondisi LOS dan NLOS Saat Adanya Interferensi Bluetooth Pengaruh Terhadap Jarak Bluetooth ke-Rx



Gambar 4.19 Perbandingan Kondisi LOS dan NLOS Saat Adanya Interferensi Bluetooth Pengaruh Terhadap Jarak Bluetooth ke-Rx

Dari gambar di atas dapat kita ketahui bahwa kondisi dari percobaan yang memiliki nilai uji yang baik, didapatkan ketika kondisi LOS baik dari nilai *Throughput* yang lebih besar yaitu 1301 bits/s sedangkan kondisi NLOS yaitu 1097 bits/s dan nilai dari *Delay* yang kecil pada kondisi LOS sebesar 41,05 (s) dibandingkan dengan nilai *Delay* pada kondisi NLOS sebesar 87,6 (s) sama halnya dengan nilai *Jitter* pada kondisi LOS sebesar 63,79 (s) mengalami kenaikan pada kondisi NLOS yaitu 93,37 (s).

4.1.14 Regresi linier dan korelasi untuk hubungan Jarak dan Rata-rata Troughput

Koefisien-koefisien regresi a dan b untuk regresi linier dapat di hitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.8) dan (2.9) yaitu:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum Xi^2) - (\sum Xi)(\sum XiYi)}{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$$

$$a = \frac{(8092,9)(71,25) - (17,5)(27936,15)}{5(71,25) - (17,5)^2}$$

$$a = 1754,73$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n XiYi - (n \sum_{i=1}^n Xi)(n \sum_{i=1}^n Yi)}{n \sum_{i=1}^n xi^2 - (b \sum_{i=1}^n Xi)^2}$$

$$b = \frac{5(27936,15) - (17,5)(8092,9)}{5(71,25) - (17,5)^2}$$

$$b = 38,9$$

Jadi persamaan regresinya adalah

$$Y=1754,73 + 38,9x$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, maka untuk hasil perhitungan regresi linier untuk kondisi yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data hasil perhitungan regresi linier Throughput untuk semua skenario dengan kondisi LOS dan NLOS.

No.	Kondisi		a	b	Persamaan Regresi Linier
1	SK 1 (Tanpa Interferensi)	LOS	1754,73	38,9	Y=38,9x + 1754,73
		NLOS	1778,7	53,43	Y=53,43x + 1778,7
2	SK 2 (Dengan Inteferensi)	LOS	2244,2	212,5	Y=212,5x + 2244,2
		NLOS	1547,67	121,5	Y=121,5x + 1547,67
3	SK 3 (Dengan Interferensi)	LOS	1463,44	76,31	Y=76,31x + 1463,44
		NLOS	6423,73	46,96	Y=46,96x + 6423,73

Sedangkan harga koefisien korelasinya diperoleh dengan rumus pada persamaan 2.10 yaitu:

$$r^2 = \frac{b[n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)]}{n(\sum Y_i) - (\sum Y_i)^2}$$

$$r^2 = \frac{38,9(5(27936,15)) - (17,5)(8092,9)}{5(8092,9) - (8092,9)^2}$$

$$r = 0,8$$

Dengan menggunakan persamaan yang sama, maka hasil perhitungan korelasi berikutnya dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data hasil perhitungan korelasi Throughput untuk semua skenario percobaan

No.	Kondisi	r	Tingkat Hubungan	
1	SK 1 (Tanpa Interferensi)	LOS	0,8	Sangat kuat
		NLOS	0,9	Sangat kuat
2	SK 2 (Dengan Inteferensi)	LOS	0,6	Kuat
		NLOS	0,9	Sangat kuat
3	SK 3 (Dengan Interferensi)	LOS	0,8	Sangat kuat
		NLOS	0,9	Sangat kuat

Hasil perhitungan untuk masing-masing kondisi pada setiap skenario percobaan diperoleh nilai yang cukup besar, dimana hasil untuk skenario pertama kondisi tanpa interferensi 0,8 untuk kondisi LOS dan 0,9 untuk kondisi NLOS dengan tingkat hubungan yang sangat kuat, skenario ke dua dengan kondisi interferensi *bluetooth* 0,6 pada kondisi LOS dengan tingkat hubungan yang kuat dan untuk kondisi NLOS dengan tingkat hubungan sangat kuat yaitu 0,9 dan untuk skenario ke tiga dengan kondisi LOS didapatkan hubungan yang sangat kuat yaitu 0,8 dengan kondisi NLOS 0,9 yaitu tingkat hubungan yang sangat kuat

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Pada kondisi normal tanpa adanya interferensi dari bluetooth pengaruh penambahan jarak antara Tx dan Rx, pada tiga parameter QOS *Throughput*, *Delay* dan *Jitter* dalam kondisi LOS maupun NLOS dapat dikatakan berpengaruh seperti adanya perubahan nilai dari ke tiga parameter QOS tersebut, salah satunya dimana saat jarak awal 1,5 m nilai dari Rata-rata *Throughput* yaitu 1644,5 (bits/s) dan saat di tambahkan jarak hingga 5,5 m, mengalami penurunan yaitu 1396 (bits/s),
2. Pada kondisi adanya interferensi bluetooth dengan penambahan jarak dari Tx dan Rx maupun penambahan jarak dari bluetooth juga dapat dikatakan berpengaruh sebagai berikut
 - a. Pengaruh akibat adanya interferensi mengakibatkan nilai rata-rata throughput semakin kecil dengan kondisi awal yaitu 1778 (bits/s) menurun hingga 1110 (bits/s), dan rata-rata delay dari kondisi awal 11,1 (s) hingga 13,4 (s) menjadi semakin besar dikarenakan proses pengiriman terganggu dan harus di kirim berulang-ulang
 - b. Saat adanya penambahan jarak dari bluetooth kondisi dari ketiga parameter QOS mengalami perbaikan atau semakin baik salah satunya yaitu *throughput* dari kondisi awal saat tidak adanya perubahan jarak dari bluetooth yaitu 1178 (bits/s) menjadi 1301 (bits/s) itu membuktikan bahwa interferensi bluetooth berpengaruh saat jarak semakin dekat dikarenakan membutuhkan waktu yang lama untuk terjadinya proses interferensi
3. Dari ketiga skenario percobaan baik dalam kondisi LOS maupun NLOS, nilai parameter dari throughput, delay dan jitter yang diperoleh saat pengujian dalam kondisi LOS (tanpa halangan) adalah yang terbaik dengan tingkat hubungan terjadinya interferensi sebesar 0,7% sedangkan pada kondisi NLOS 0,9%

5. 2 SARAN

Pada penelitian ini penulis mengaku masih adanya kekurangan, sehingga pada penelitian berikutnya disarankan agar:

1. Pengukuran pada penelitian selanjutnya menggunakan lebih banyak titik pengambilan data dan menggunakan jenis interferensi yang berbeda
2. Kondisi lingkungan yang di ukur lebih variatif lagi, misalkan outdoor dan dengan pengaruh interferensi terhadap dua arah

DAFTAR PUSTAKA

- P. Patil, A., J. Kim, D., & M. Ni, L. 2006, *A study of frequency interference and indoor location*. Int. J. Mobile Communications,.
- Ikawati, Y., Siswandari, N. A., & Puspito, O., 2011, *Analisa Inteferensi Elektromagnetik Pada Propagasi Wi-Fi Indoor*.
- Virgono, A., Sumadjudin, B., Rosy, A., & Hutomo, P., 2009, *Analisa Pengaruh Besar Area Hotspot Inteferensi Pada WLAN IEEE 802.11b*. Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi.
- Bahariawan, A., Puspitorini, O., & Siswandari, N. A., 2011, *Analisa Inteferensi Elektromagnetik Pada Propagasi Wifi Outdoor*.
- Insani, A., 2011, *Pengaruh Performansi Akibat Inteferensi Pada Sistem Bluetooth dan WLAN 802.11b*. Buletin Pos dan Telekomunikasi.
- Sujatmoko, D. T., 2013, *Evaluasi Unjuk Kerja Teknologi 802.11n (WLAN) Terhadap Inteferensi Teknologi 802.15 (Bluetooth)*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Wulandari, P., Soim, S., & Rose, M., 2017, *Monitoring dan Analisa QoS (Quality Of Service) Jaringan Internet Pada Gedung KPA Politeknik Negeri Sriwijaya Dengan Metode Drive Test*. Prosiding SNATI F.
- Nurmalia., 2010, *Pengukuran Inteferensi Pada Access Point (AP) Untuk Mengetahui Quality of Service (QoS)*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Wulandari, R., 2016, *Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jambang Kulon-LIPI)*. Jurnal Teknik Informatika dan Telekomunikasi.
- J.Ari.P, I. W., 2013, *Analisis Parameter QoS Terhadap Pengaruh Pertambahan Jarak dan Inteferensi Wi-Fi Melalui Jaringan Bluetooth*. Jember: Universitas Jember.
- Haglund, P., & Garder, K., 2001, *Bluetooth Software and Hardware Development*. London: University of London.
- Mobilian Corporation., 2001, *Wi-Fi(802.11b) and Bluetooth: An Examination of Coexistence Approaches*. Oregon: Mobilian Corporation.
- Siyamta., 2005, *Pengantar Teknologi Bluetooth*. Ilmu Komputer.com.

Stallings, W., 2007, "*Komunikasi & Jaringan Nirkabel*", Jilid 2 Penerbit : Erlangga, Jakarta.

Apriadi., 2017, *Analisis QOS (Quality Of Service) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus : Fakultas Teknik Universitas Mataram)*. Mataram : Universitas Mataram.