

## PERFORMA TRANSMISI DAN PROPAGASI RADIO PADA JARINGAN WLAN

NOVY HAPSARI

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia  
Jl. Raya Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan, Banten

**Abstrak.** Wireless Local Area Network (WLAN) adalah jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio sebagai media transmisi datanya. Wireless LAN sering disebut sebagai jaringan nirkabel, atau jaringan wireless. Jaringan wireless LAN menjadi teknologi alternatif dan relatif lebih mudah untuk diimplementasikan di lingkungan kerja (SOHO/Small Office Home Office), seperti perkantoran, laboratorium, pabrik, dan sebagainya. Instalasi peralatan jaringan wireless LAN lebih fleksibel karena tidak membutuhkan penghubung kabel antar komputer, sehingga biaya instalasi lebih efisien. Pada kasus ini dilakukan penelitian dan pengukuran berkaitan dengan perperforma transmisi dan propagasi radio pada jaringan WLAN. Uji performansi yang dilakukan antara lain adalah kualitas layanan (Quality of Service, atau QoS) dan performa propagasi WLAN. Pengukuran yang dilakukan untuk kualitas layanan antara lain adalah data rate, delay, delay jitter dan keberhasilan koneksi. Sedangkan untuk pengukuran performa propagasi antara lain adalah noise level, signal strength (RSL), dan C/N. Hasil yang didapat dari pengukuran kualitas layanan adalah data rate rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar 53,5 Mbps dan infrastruktur sebesar 51,5 Mbps. Delay rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar 6,2 ms dan infrastruktur sebesar 20,35 ms. Keberhasilan koneksi untuk semua kondisi sebesar 97,22%. Dan selanjutnya, hasil yang didapat dari pengukuran performa propagasi adalah RSL rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar -65,04 dBm dan infrastruktur sebesar -56,71 dBm. Analisa terakhir pada C/N diperoleh rata – rata sebesar 54,94 dBm untuk topologi ad-hoc dan 64,06 dBm untuk infrastruktur. Dari nilai tersebut diatas terlihat bahwa implementasi WLAN pada kedua topologi secara umum sebanding dari segi performa jaringan, namun topologi ad-hoc memberikan kualitas layanan yang lebih baik meskipun jumlah perangkat terbatas.

*Kata kunci: WLAN, QoS, Propagasi, Performa*

### PENDAHULUAN

Seiring dengan berjalannya waktu, kebutuhan akan sistem telekomunikasi sangat dibutuhkan, terlebih mengenai sistem jaringannya. Sampai saat ini, begitu banyak media telah ditemukan untuk membentuk suatu jaringan telekomunikasi, baik yang menggunakan kawat tembaga, serat optik hingga yang menggunakan frekuensi gelombang radio (jaringan tanpa kabel).

Dengan semakin berkembangnya teknologi di bidang jaringan telekomunikasi maka semakin dibutuhkan suatu jaringan yang efisien khususnya dalam hal waktu dan tempat. Salah satu alternatif yang dapat menjadi pilihan adalah sistem *Wireless Networking* atau yang lebih dikenal dengan nama jaringan nirkabel. Tren *Wireless Networking* sekarang ini kebanyakan mengarah kepada *Wireless LAN (WLAN)*, yang beroperasi menggunakan gelombang frekuensi radio.

Muncul dan berkembangnya sistem jaringan nirkabel dipicu oleh kebutuhan akan biaya pengeluaran yang lebih rendah menyangkut infrastruktur jaringan dan untuk mendukung aplikasi jaringan bergerak dalam efisiensi proses, akurasi dan biaya.

*Wireless LAN* diatur oleh lembaga *IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineering)* berdasarkan spesifikasi 802.11, yang telah menghasilkan jumlah mencukupi

untuk solusi *wireless* yang telah berkembang popularitasnya baik di sisi bisnis maupun pendidikan. *Wireless LAN* memberikan fleksibilitas dan reabilitas untuk para pengguna komputer, baik dalam bisnis maupun non bisnis.

WLAN saat ini telah diimplementasikan secara luas oleh masyarakat, baik lingkungan umum, profesional, maupun kampus. Dan performa WLAN sangat dipengaruhi oleh cakupan area, topologi daerah, dan besar daya yang dipancarkan.

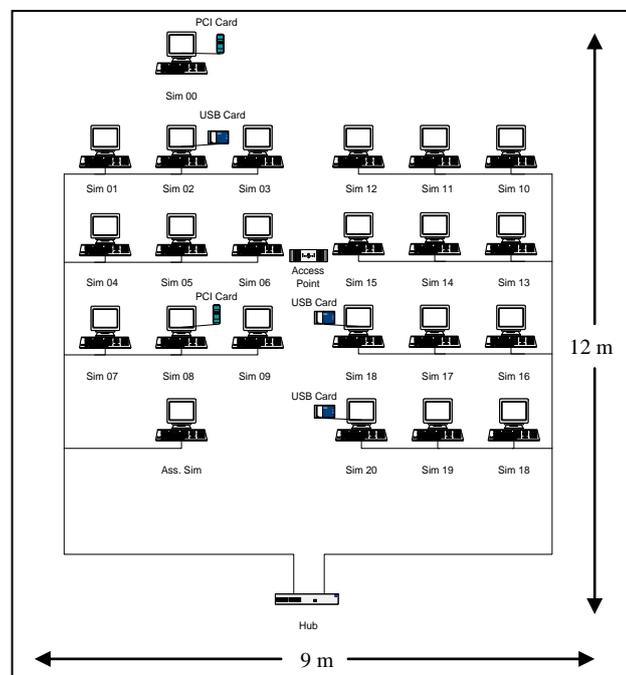
Oleh karena itu, penelitian terhadap implementasi WLAN ini dilakukan untuk dua tipe topologi yang berbeda, yaitu ad-hoc dan infrastruktur. Data yang diperoleh selanjutnya dapat dijadikan acuan untuk menentukan jaringan WLAN yang handal dengan QoS yang memadai.

## METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kajian, dimana analisa diambil setelah melakukan pengumpulan data dan sampel dari hasil pengukuran uji performa jaringan WLAN yang di implementasikan di laboratorium Simulasi, prodi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia. Selanjutnya data dan sampel diolah untuk dianalisa, dan diambil kesimpulan sebagai performansi jaringan. Selanjutnya data dan sampel ini diolah untuk dianalisa, dan akan memberikan nilai sebagai performa jaringan.

## Tempat Pengukuran

Kinerja sistem propagasi jaringan *Wireless LAN* bergantung pada tempat di mana sistem tersebut digunakan. Tempat pengukuran dan pengambilan data dan sampel dilakukan di laboratorium Simulasi yang merupakan salah satu laboratorium di Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia. Di bawah ini adalah gambar denah tempat pengukuran.



Gambar 1. Denah tempat pengukuran

### Perangkat yang digunakan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah sebagai berikut:

1. 5 (lima) buah Komputer, yang menjadi perangkat jaringan untuk proses transmisi data. Dan sebuah komputer untuk mengamati kerja *access point*, yang juga sebagai *router* dan *server*.
2. 1 (satu) buah Wireless Access Point, yaitu perangkat yang digunakan sebagai *access point* dalam jaringan. Salah satunya berfungsi sebagai *client bridge*.
3. 3 (tiga) buah Wireless USB Network Adapter, merupakan perangkat yang berfungsi sebagai *adapter* agar komputer bias masuk kedalam cakupan jaringan WLAN.
4. 2 (dua) buah Wireless PCI Adapter, merupakan *adapter* yang dipasang dalam komputer pada kartu PCI.
5. Sebuah Spectrum Analyzer, digunakan untuk mengamati level sinyal keluaran yang dihasilkan oleh antenna pada jarak tertentu.

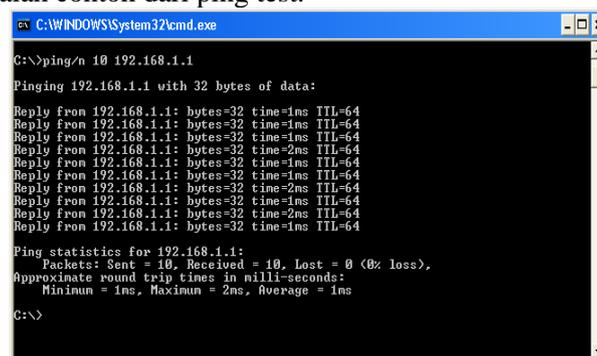
### Metode Pengukuran

#### Pengukuran Dengan *Ping Test*

Metode pengukuran *ping test*, memungkinkan pengguna komputer untuk mengetahui apakah koneksi antar dua komputer terjadi dengan baik dalam jaringan, Ping (*Packet InterNet Groper*) adalah program untuk menguji koneksi jaringan. *Ping test* merupakan bagian dari ICMP (*Internet Message Protocol*) yang mengatur jalannya pengiriman data yang biasa digunakan untuk kondisi tertentu. Adapun perintah untuk melakukan ping test adalah sebagai berikut:

#### **Ping/n R xxx.xxx.xxx**

*R* menunjukkan jumlah data yang akan dikirimkan, sedangkan *xxx.xxx.xxx* adalah alamat *IP* yang dituju dan *n* menunjukkan besar data yang akan dikirim. Besar data maksimum yang dapat dikirim dengan metode ini adalah 65.527 byte, Apabila koneksi jaringan berlangsung dengan baik, maka ketika melakukan *ping test* akan muncul jawaban “*Reply from*” dari alamat yang dituju oleh pengirim. Apabila paket yang dikirim oleh pengirim tidak diulang dalam waktu yang lama, maka akan muncul jawaban “*Request Time Out*”. Gambar berikut adalah contoh dari ping test.



```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
C:\>ping/n 10 192.168.1.1
Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=1ms TTL=64
Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 10, Received = 10, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms
C:\>
```

Gambar 2. *Ping Test*

#### Pengukuran Dengan *Software*

Untuk mengukur *data rate* dari jaringan *wireless* digunakan *software* Linksys yang dilakukan pada setiap ruangan. Data yang dapat dikumpulkan daengan menggunakan software ini adalah laju data (*data rate*), *noise level*, dan *signal strength* dari transmisi data dalam sistem WLAN. Berikut adalah gambar yang menunjukkan contoh salah satu hasil pengukuran *data rate* dengan *software*.



Gambar 3. Pengukuran *Data Rate* dengan *Software*

### Pengukuran dengan Spektrum Analyzer

Pengukuran dengan menggunakan spectrum analyzer dilakukan untuk mengukur *C/N*.

### Pengukuran performa propagasi

Pengukuran performa propagasi menyangkut pengukuran yang berkaitan dengan kualitas komunikasi radio yang digunakan oleh WLAN. Seperti pada umumnya, pengukuran propagasi ini banyak dilakukan dengan perhitungan dari rumus-rumus yang ada, walaupun ada yang bisa dilakukan dengan bantuan Spectrum Analyzer, seperti *C/N* dan bandwidth. Walaupun demikian analisa dengan *link-budget* tetap dilakukan untuk memperoleh hasil yang memadai.

### Metode Evaluasi

Studi awal dilakukan berdasarkan dua evaluasi, yaitu kualitas pelayanan (QoS) dan performa propagasi dari sistem WLAN yang diujikan untuk dua tipe topologi jaringan, yaitu topologi ad-hoc dan topologi infrastruktur. Studi terhadap kualitas pelayanan dibatasi hanya pada transmisi data seperti laju datanya dan delay, yaitu kestabilan koneksi dari jaringan.

Selanjutnya, studi juga dilakukan pada kinerja sistem propagasi jaringan *wireless LAN*, dimana tidak hanya dilihat dari parameter transmisi datanya saja, melainkan juga dari pengaruh lingkungan di sekitarnya. Parameter propagasi yang diambil dan dianalisa terdiri atas laju data, delay, level noise, *signal strength*, *free space loss*, *C/N*, dan *Eb/No* dari sistem WLAN. Perangkat yang digunakan untuk membentuk jaringan pada studi ini adalah IEEE 802.11g, dimana alat ini kompatibel baik untuk sesama tipe standar IEEE 802.11g dan juga IEEE 802.11b.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengukuran

#### Pengukuran Laju Data

*Data rate* menunjukkan berapa banyak bit data yang dapat dikirimkan dalam satu detik antara pengirim dan penerima (dalam satuan Mbps). Pengukuran *data rate* diindikasikan dengan kecepatan maksimal yang dapat diperoleh dalam penerimaan data. Pengukuran *data rate* dilakukan dengan metode pengukuran dengan software. Hasil pengukuran *data rate* yang dilakukan di Laboratorium Simulasi adalah seperti yang ditabelkan pada table 1 dan 2.

Tabel 1 Tabel Data Rate

a. Dengan Topologi Ad-hoc

Ad-hoc	Jarak [m]	Data Rate [Mbps]	
		Client to Client	Multi Client
PCI – PCI	4,7	54	54
USB – USB	5	54	54
USB – PCI	5,5	54	51
Rata - rata		54	53

b. Dengan Topologi Infrastruktur

Infrastruktur	Jarak [m]	Data Rate [Mbps]	
		Client to Client	Multi Client
PCI – PCI	4,7	51	51
USB – USB	5	54	54
USB – PCI	5,5	54	45
Rata - rata		53	50

### Pengukuran Delay

Pengukuran delay dilakukan dengan menggunakan metode ping test (*Packet InterNet Groper*) mulai dari data yang dikirim hingga diterima kembali. Hasil pengukuran *delay* yang dilakukan di Laboratorium Simulasi adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Delay pengukuran jaringan WLAN

a. Dengan Topologi ad-hoc

Ad-hoc	Jarak [m]	Delay [ms]	
		Client to Client	Multi Client
PCI – PCI	4,7	< 1	9,4
USB – USB	5	2,5	20,7
USB – PCI	5,5	1,8	2,2
Rata - rata		1,6	10,8

b. Dengan Topologi Infrastruktur

Infrastruktur	Jarak [m]	Delay [ms]	
		Client to Client	Multi Client
PCI – PCI	4,7	15	55,5
USB – USB	5	3	28
USB – PCI	5,5	2	18,5
Rata - rata		6,7	34

### Pengukuran Keberhasilan Koneksi

Pengukuran keberhasilan koneksi dengan metode *ping test* dilakukan dengan pengiriman paket data sebesar 32 bytes (*secara default*). Hasil ping test pada pengukuran menunjukkan keberhasilan koneksi yang ditandai dengan banyaknya data yang *direply* dan *request timed out*. Hasil pengukuran keberhasilan koneksi yang dilakukan di Laboratorium Simulasi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Keberhasilan Koneksi

a. Untuk Topologi Ad-hoc

Ad-hoc	Jarak [m]	Keberhasilan Koneksi [%]	
		Client to Client	Multi Client
PCI – PCI	4,7	96,67	96,67
USB – USB	5	100	93,3
USB – PCI	5,5	100	100
Rata - rata		98,89	96,65

b. Untuk Topologi Infrastruktur

Infrastruktur	Jarak [m]	Keberhasilan Koneksi [%]	
		Client to Client	Multi Client
PCI – PCI	4,7	96,67	93,3
USB – USB	5	100	96,67
USB – PCI	5,5	96,67	96,67
Rata - rata		97,78	95,55

### Pengukuran Performa Propagasi Sistem

Pengukuran performa propagasi ditujukan untuk melihat seberapa baik kualitas *link* yang terjadi selama transmisi untuk lokasi di Laboratorium Simulasi. Pada pengukuran performa propagasi, data yang diukur dilakukan antara PCI-PCI dengan jarak 4,7m , USB-USB dengan jarak 5m dan USB-PCI dengan jarak 5,5m. Daya *transmit* yang dipancarkan oleh *access point* diperbesar dari 64 mW (18 dBm) menjadi 128 mW (21 dBm), yang dilakukan dengan modifikasi perangkat *access point*nya. Data yang diambil dari hasil pengukuran yang digunakan untuk perhitungan antara lain: frekuensi, *noise level*, *signal strength*, dan C/N yang dilihat dari *spectrum analyzer*.

Analisa dilakukan berdasarkan pengumpulan data dari software dan *spectrum analyzer* dan kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teoritis. Data-data yang diambil dari hasil pengukuran yang digunakan untuk perhitungan antara lain: *path loss*, *signal strength (Received Signal Level)*, dan terakhir C/N (*Carrier to Noise ratio*) yang dilihat dari *spectrum analyzer*.

Beberapa data awal diambil dari spesifikasi perangkat antara lain:

- Frekuensi 2,47 GHz (channel 6)
- Gain antenna 3 dBi
- Daya transmit 128 mw~21 dBm
- Loss Multipath 20 dB

### Hasil Perhitungan Propagasi Pengukuran Path Loss

Hasil pengukuran *Path Loss* yang didapat dari *software* untuk dua kondisi pengukuran akan dibandingkan dengan perhitungan *link budget* secara teoritis. Tabel berikut menunjukkan hasil yang diperoleh untuk nilai path loss.

Tabel 4. Tabel *Path Loss*

a. Untuk Topologi Ad-hoc

Ad-hoc	Jarak [m]	Path Loss [dBm]	
		Pengukuran	Perhitungan
PCI – PCI	4,7	-79	-62,36
USB – USB	5	-94	-63,25
USB – PCI	5,5	-79	-64,61
Rata – rata		-84	-64,41

b. Untuk Topologi Infrastruktur

Infrastruktur	Jarak [m]	Path Loss [dBm]	
		Pengukuran	Perhitungan
PCI – PCI	4,7	-79	-62,36
USB – USB	5	-82	-63,25
USB – PCI	5,5	-79	-64,61
Rata – rata		-80	-64,41

### Received Signal Level (RSL)

Pengukuran daya sinyal dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya yang diterima akibat mengalami redaman atau *attenuation* dari jarak pengiriman. Pengukuran *Received Signal Level* (RSL) dilakukan dengan menggunakan *software linksys*, dimana nilainya dibaca sebagai *signal strength* yang diperoleh.

Perhitungan *Received Signal Level* (RSL) dilakukan dengan memberi margin sebesar 20 dB diberikan untuk mengatasi multipath, agar nilai persentasi kebaikan sistem minimal 99.9% tercapai. Hasil pengukuran dan perhitungan *RSL* ditunjukkan pada tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Tabel RSL

a. Untuk Topologi Ad-hoc

Ad-hoc	Jarak [m]	RSL [dBm]	
		Pengukuran	Perhitungan
PCI – PCI	4,7	-70	-53,36
USB – USB	5	-86	-55,25
USB – PCI	5,5	-71	-56,61
Rata – rata		-75	-55,07

b. Untuk Topologi Infrastruktur

Infrastruktur	Jarak [m]	RSL [dBm]	
		Pengukuran	Perhitungan
PCI – PCI	4,7	-64	-47,36
USB – USB	5	-67	-48,25
USB – PCI	5,5	-64	-49,61
Rata – rata		-65	-48,41

**Pengukuran Carrier to Noise Ratio(C/N)**

C/N dapat diperhitungkan setelah diperoleh nilai noise system, dimana nilai noise system untuk bandwidth system WLAN sebesar 22 MHz adalah sebesar -124,56 dB.

Nilai Eb/No tidak dikalkulasi sejak nilai C/N sudah cukup merepresentasikan kualitas dari propagasi system, sejak C/N berbanding lurus dengan nilai Eb/No. Hasil pengukuran dan perhitungan C/N ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Tabel C/N

a. Untuk Topologi Ad-hoc

Ad-hoc	Jarak [m]	C/N [dBm]		
		Pengukuran	Perhitungan	Spectrum Analyzer
PCI – PCI	4,7	54,55	71,19	50,16
USB – USB	5	40,55	69,30	41,74
USB – PCI	5,5	53,55	67,94	45,52
Rata – rata		49,55	69,47	45,81

b. Untuk Topologi Infrastruktur

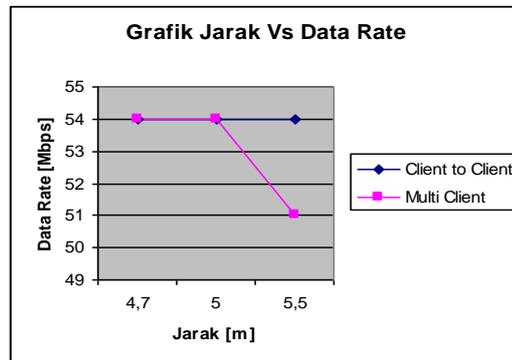
Infrastruktur	Jarak [m]	C/N [dBm]		
		Pengukuran	Perhitungan	Spectrum Analyzer
PCI – PCI	4,7	60,55	77,19	58,58
USB – USB	5	57,55	76,30	57,40
USB – PCI	5,5	60,55	74,94	53,46
Rata – rata		59,55	76,14	56,48

**Pembahasan**

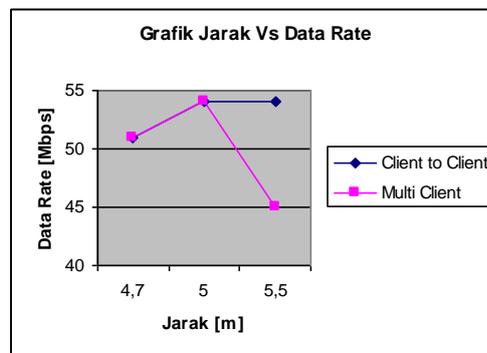
**QoS Jaringan WLAN**

Analisa kualitas pelayanan pertama kali dilihat dari laju datanya, dimana secara teoritis perangkat WLAN dapat digunakan sejauh 100m outdoor atau 30 m indoor dengan kecepatan laju data sebesar 54 MBps. Tabel 3.1. diatas dapat diilustrasikan dengan grafik pada Gambar 3.1.

Analisa kualitas layanan pertama kali dilihat dari *data rate*. Dimana secara teoritis perangkat WLAN dapat digunakan sejauh 100m untuk *outdoor* atau 30m untuk *indoor* dengan *data rate* sebesar 54 Mbps. Tabel 3.1 dan 3.2 diatas dapat diilustrasikan dengan grafik pada gambar 4. dan 5. di bawah ini.



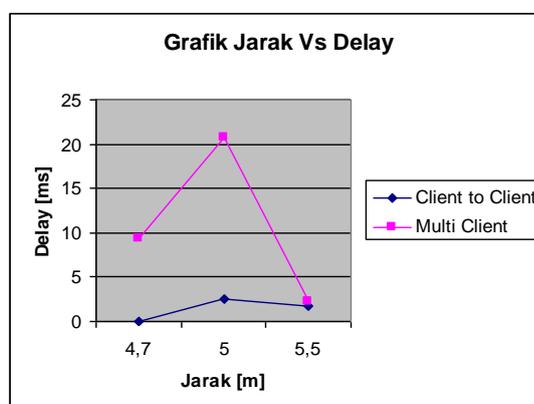
Gambar 4. Grafik jarak vs data rate untuk topologi Ad-hoc



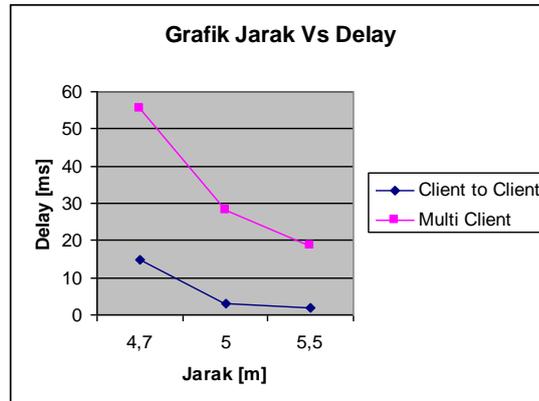
Gambar 5. Grafik jarak vs data rate untuk topologi Infrastruktur

Dari gambar grafik diatas ditunjukkan bahwa koneksi jaringan WLAN memiliki *data rate* yang sebanding untuk semua kondisi pengukuran, yaitu sebesar 51 – 54 Mbps. Sedangkan pada pengukuran USB – PCI dengan jarak 5,5m untuk *multiclient* pada topologi infrastruktur *data ratenya* paling kecil, yaitu sebesar 45 Mbps. Secara keseluruhan untuk *client to client* pada dua topologi memiliki *data rate* rata – rata yang lebih besar dibandingkan dengan *data rate* rata – rata untuk *multiclient*.

Studi selanjutnya dalam menganalisa kualitas jaringan dilihat dari waktu yang dibutuhkan oleh data untuk sampai di tujuan, yang disebut sebagai delay. Tabel 3.2 diatas dapat diilustrasikan dengan grafik pada gambar 6 dan 7 dibawah.



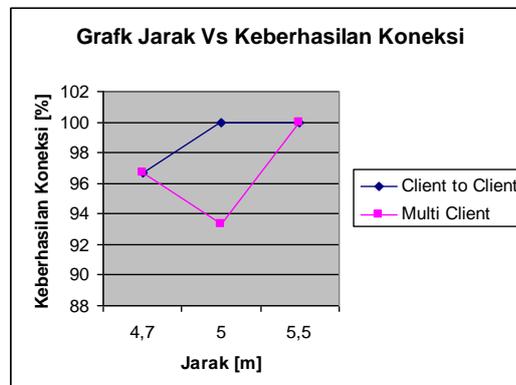
Gambar 6. Grafik jarak vs delay untuk topologi Ad-hoc



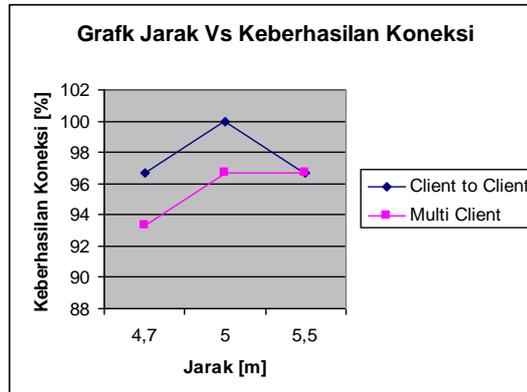
Gambar 7. Grafik jarak vs delay untuk topologi Infrastruktur

Pengukuran PCI – PCI dengan jarak 4,7m untuk *client to client* pada topologi *ad-hoc* mempunyai *delay* paling kecil, yaitu <1 ms. Sedangkan untuk Pengukuran PCI – PCI dengan jarak 4,7m untuk *multiclient* pada topologi *infrastruktur* mempunyai *delay* paling besar, yaitu 55,5 ms. Hal ini disebabkan sebagian besar sinyalnya hilang sehingga butuh waktu yang lama untuk menyampaikan informasi. Secara keseluruhan untuk setiap kondisi pengukuran, pengukuran *client to client* pada dua topologi memiliki *delay* rata-rata yang lebih kecil dibandingkan dengan *delay* rata – rata untuk *multiclient*.

Parameter terakhir yang diukur untuk menguji kualitas layanan jaringan WLAN adalah keberhasilan koneksi, yang terjadi pada saat data dikirimkan yang diilustrasikan pada gambar 8. dan 9. di bawah ini.



Gambar 8. Grafik jarak vs keberhasilan koneksi untuk topologi Ad-hoc

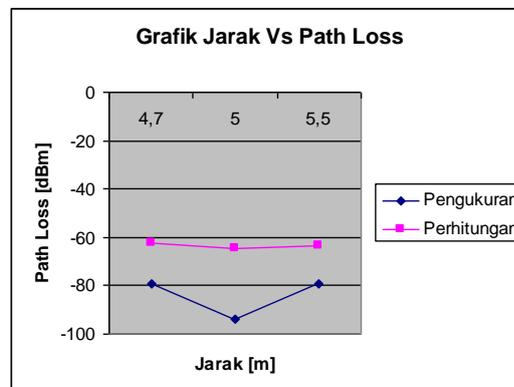


Gambar 9. Grafik jarak vs keberhasilan koneksi untuk topologi Infrastruktur

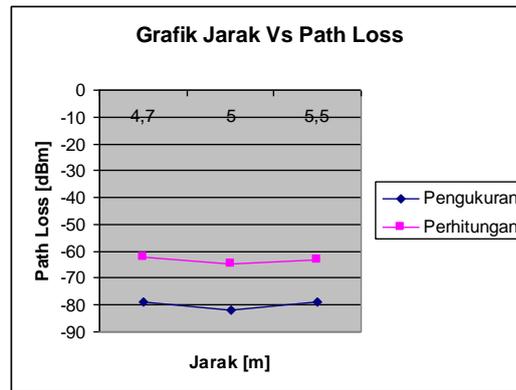
Keberhasilan koneksi yang didapat pada uji kualitas layanan jaringan WLAN memperoleh hasil koneksi rata – rata yang bagus seperti diilustrasikan pada gambar grafik diatas, yaitu antara 95,55% – 98,89%. Bahkan untuk beberapa kondisi pengukuran memperoleh hasil koneksi 100%. Hal ini disebabkan karena pengiriman data yang relatif cukup kecil, yaitu sebesar 32 bytes dan jarak untuk setiap kondisi pengukuran yang relatif dekat.

### Performa Propagasi Jaringan WLAN

Parameter pertama yang dianalisa untuk performa propagasi jaringan WLAN adalah *path loss*. Dimana perbandingan antara hasil pengukuran dan nilai perhitungannya ditabelkan pada tabel 4, dan dapat diilustrasikan dengan grafik pada gambar 10 dan 11 berikut.



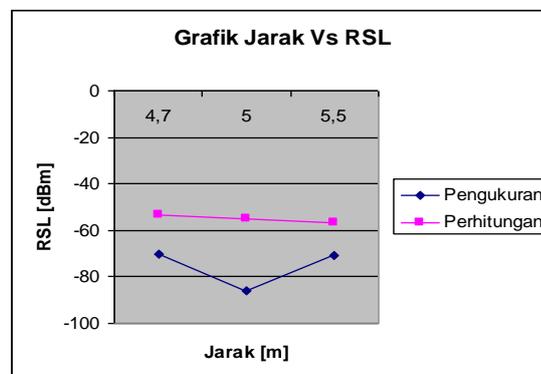
Gambar 10. Grafik jarak vs path loss untuk topologi Ad-hoc



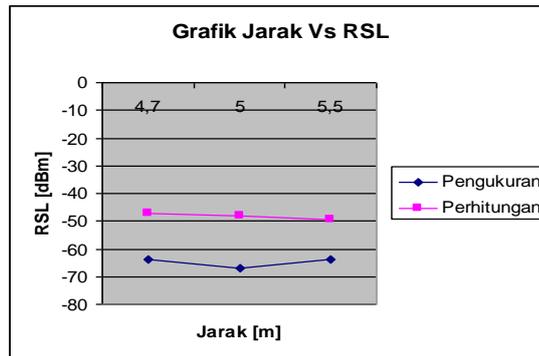
Gambar 11. Grafik jarak vs path loss untuk topologi infrastruktur

Perhitungan *path loss* dengan *link budget* yang didapat untuk setiap kondisi pengukuran memperoleh hasil yang sama untuk topologi *ad-hoc* dan *infrastruktur*. Untuk pengukuran *path loss* dengan *software* terjadi perubahan pada pengukuran USB – USB, yaitu sebesar -94 dBm untuk topologi *ad-hoc* dan -82 dBm untuk topologi *infrastruktur*, sedangkan hasil yang sama diperoleh pada kondisi pengukuran yang lainnya, yaitu sebesar -79 dBm. Pada kedua grafik terlihat bahwa hasil perhitungan dengan *link budget* memiliki *path loss* lebih kecil dibanding dengan *path loss* hasil pengukuran dengan *software*.

Studi selanjutnya dilakukan terhadap besarnya kuat sinyal yang ditangkap, yang dinyatakan sebagai *received signal level* (RSL) atau *signal strength*. Tabel RSL diatas dapat diilustrasikan pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Grafik jarak vs RSL untuk topologi Ad-hoc



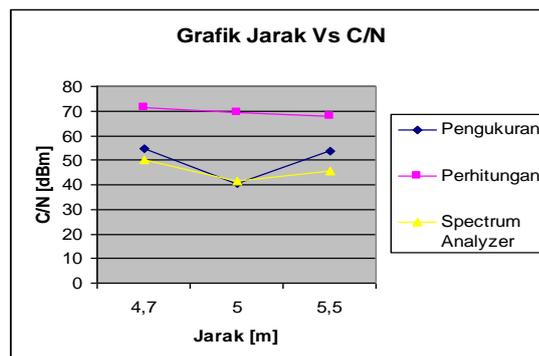
Gambar 13. Grafik jarak vs RSL untuk topologi Infrastruktur

Pengukuran *received signal level* (RSL) untuk setiap kondisi pengukuran memperoleh hasil yang bervariasi seperti diperlihatkan pada kedua grafik diatas, meskipun pada dasarnya nilai tersebut cenderung stabil untuk masing-masing topologi. Pada kedua grafik terlihat bahwa hasil perhitungan RSL dengan *link budget* memiliki nilai lebih kecil dibanding dengan RSL hasil pengukuran dengan *software*.

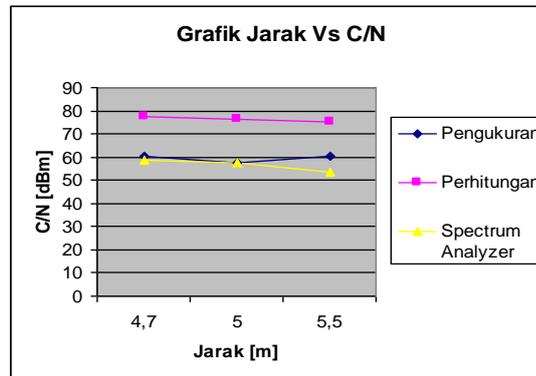
Dilihat dari data yang diperoleh, RSL untuk topologi *ad-hoc* memperoleh nilai rata – rata yang lebih besar dibanding dan dengan nilai yang diperoleh untuk topologi *infrastruktur*.

Pengukuran level daya yang ditangkap oleh penerima (RSL) menunjukkan bahwa besarnya masih diatas batas minimum yang diprasyarkan oleh sistem berdasarkan perhitungan. Dengan demikian, perangkat WLAN tersebut masih mampu melakukan koneksi antara 2 lokasi yang dipasang. Grafik diatas menunjukkan bahwa RSL rata – rata untuk topologi *ad-hoc* sebesar -65,04 dBm dan *infrastruktur* sebesar -56,71 dBm

Analisa terakhir dilakukan terhadap C/N ratio yang dihasilkan oleh jaringan, yang nilainya dibandingkan antara pengukuran, perhitungan dan dengan menggunakan spektrum analyzer. Grafik pada Gambar 14. dan 15. mengilustrasikan besarnya C/N terhadap jarak antara 2 lokasi yang diperoleh dari tabel 6.



Gambar 14. Grafik jarak vs C/N untuk topologi Ad-hoc



Gambar 15. Grafik jarak vs C/N untuk topologi infrastruktur

C/N untuk perhitungan dengan *link budget* memperoleh nilai lebih besar dibandingkan dengan pengukuran dengan *software* dan *spectrum analyzer*, yang diasumsikan dalam kondisi ideal, dan dapat disimpulkan bahwa pada koneksi jaringan WLAN ini masih tersedia cukup *margin* untuk mengatasi *fading*, rugi – rugi tambahan, ataupun *multipath*. Nilai C/N rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar 54,94 dBm dan infrastruktur sebesar 64,06 dBm.

## PENUTUP

Penelitian “Performa Transmisi dan Propagasi Radio pada Jaringan WLAN” diperoleh data sebagai berikut:

1. Hasil yang didapat dari pengukuran kualitas layanan adalah data rate rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar 53,5 Mbps dan infrastruktur sebesar 51,5 Mbps. Delay rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar 6,2 ms dan sebesar 20,35 ms untuk topologi infrastruktur. Keberhasilan koneksi untuk semua kondisi sebesar 97,22%.
2. Hasil yang didapat dari pengukuran performa propagasi adalah path loss rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar -74,21 dBm, infrastruktur sebesar -72,21 dBm. RSL rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar -65,04 dBm, infrastruktur sebesar -56,71 dBm. C/N rata – rata untuk topologi ad-hoc sebesar 54,94 dBm dan infrastruktur sebesar 64,06 dBm.
3. Secara umum dilihat dari pengukuran dari sisi parameter kualitas layanan dan performa propagasi, topologi ad-hoc memberikan nilai yang lebih stabil dibandingkan infrastruktur, baik untuk koneksi *client to client* maupun *multi client*. Hal tersebut disebabkan karena pada tipe ad-hoc, proses koneksi langsung antar client.

## DAFTAR PUSTAKA

- K. Pahlavan dan P. Krishnamurthy. 2002. **Principles of Wireless Networks – A Unified Approach**. Prentice Hall.
- Chris Kreilick dan Mikhail Goltsman. 2000. **WLAN Standards deal with the needs of Wireless Data**. Wireless System Design.
- William Stallings. 2000. **Data and Computer Communication**. Prentice Hall.
- John W. Noerenberg. 2001. **Bridging Wireless Protocols**. IEEE Communication Magazine, Vol. 9, No. 11, November 2001.
- Brian P. Crow, Indra Widjaja, Jeang Gaun Kim, dan Prescott T. Sakai. 1997. **IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks**. IEEE Communication Magazine, September 1997.
- Regiss Bates. 1994. **Wireless Network Communication: Concept, Technology, and Implementation**. McGraw Hill.