

Prediksi Perambatan Sinyal Wimax (802.16a) di Luar Ruangan

Dwi Agus Diartono

Program Studi Manajemen Informatika
Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank
email : dwiagus@unisbank.ac.id

Abstrak

Jaringan nirkabel telah muncul sebagai arsitektur jaringan komunikasi yang kuat, mampu memenuhi persyaratan komunikasi broadband nirkabel, dan penelitian terus dilakukan di seluruh dunia untuk meningkatkan standar dan performa jaringan. Pemodelan karakteristik saluran radio penting dilakukan dalam setiap perencanaan jaringan. Kegiatan ini berkaitan dengan kinerja jaringan WiMAX di lingkungan luar dengan menggunakan model SUI. Karakteristik saluran radio dianalisa secara simulasi dengan menggunakan alat simulasi Matlab. Keseluruhan kinerja sistem dalam hal mengirimkan daya spektrum, dan menerima kuasa spektrum bit error ratio (BER) adalah dengan menggunakan alat simulasi LabVIEW. Kualitatif kinerja sistem dapat dianalisis dengan bantuan konstelasi plots yang disediakan.

Kata kunci : Wimax, Perambatan

PENDAHULUAN

Telekomunikasi dunia di mana untuk komunikasi jarak jauh yang sangat mahal dan bahkan mustahil pada saat sekarang ini telah tersedia alat komunikasi yang canggih dengan harga yang sangat terjangkau. Dengan banyaknya individu yang dilayani oleh industri telekomunikasi dalam penggunaan telepon, internet, faksimili dll, maka jaman sekarang apabila setiap individu hidup tanpa menggunakan ponsel akan seperti hidup di jaman batu. Dengan jutaan peneliti yang terus berupaya dalam mengembangkan teknologi untuk menjadi lebih baik dan memperluas batasan-batasan dalam berkomunikasi, sehingga penggunaan alat telekomunikasi telah menjadi salah satu alat penting untuk setiap individu dalam kehidupan sehari-hari.

Kepuasan pelanggan dalam hal kualitas layanan, biaya, keandalan, dll, merupakan salah satu tantangan penting yang dihadapi oleh operator jaringan, dalam rangka mempertahankan layanan dari kompetitornya. Selain penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan teknologi baru, ada juga

beberapa karya yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja teknologi yang saat ini sedang digunakan dan yang akan dilaksanakan di masa mendatang.

Prediksi perambatan adalah proses yang dilakukan sebelum melakukan instalasi atau mengembangkan sebuah jaringan untuk mencapai kinerja yang lebih baik. Kegiatan ini dilakukan untuk memperkirakan perambatan dari sinyal WiMAX (802.16a) di lingkungan luar. Prediksi perambatan dilakukan dengan menyiapkan sebuah koneksi antara *WiMAX Wireless* di Pusat Komunikasi, yang akan menggantikan WiFi saat ini.

Selain perambatan, menentukan saluran modeling juga sangat pragmatis, sejak model yang dikembangkan cukup untuk menggambarkan performa sistem. Karena itu, seorang desainer perlu memilih model yang tepat untuk menangani masalah desain di lapangan. Kelalaian dalam melakukan hal tersebut akan berakibat buruk pada desain, cakupan jaringan sangat terbatas, kinerja sistem yang buruk, dan kepuasan pelanggan sangat berkurang. Dengan demikian dapat dilihat seberapa penting pilihan dan aplikasi dari

kesesuaian model perambatan untuk memastikan kinerja sistem yang tepat sebelum dibangun jaringan.

Obyektif

Belajar tentang WiMAX dan memahami tentang teknologi WiMAX (802.16a) dalam memprediksi perambatan di lingkungan luar yang harus dibuat dalam kondisi *non-line-of-sight* menggunakan model stanford university interim SUI.

Belajar mengenai enam model SUI, alat simulasi LabVIEW adalah alat untuk mensimulasikan kinerja sistem, Matlab juga akan digunakan untuk simulasi, dan memberikan pemahaman tentang hal yang sama.

Cakupan

Model SUI merupakan koleksi dari enam saluran model SUI 1 – SUI 6. Setiap model berbeda dari yang lain. Pengguna dapat memilih model yang dapat digunakan berdasarkan jenis lahan yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Klasifikasi dilakukan dengan cara, daerah diklasifikasikan menjadi tiga jenis dan setiap dua jenis model SUI akan disesuaikan.

Kegiatan ini diperlukan untuk mempelajari dan mengerti secara rinci tentang properti WiMAX yang berfokus pada bagaimana WiMAX bekerja pada kondisi *non-line-of-sight* dan juga untuk mempunyai pengetahuan tentang model SUI yang lainnya yaitu tentang model perambatan dan model saluran.

Alat simulasi LabVIEW akan digunakan untuk mensimulasikan performa sistem. Parameter berbeda dari pemancar, penerima dan saluran dapat bervariasi dan hasilnya dapat diverifikasi untuk setiap rangkaian masukan. Simulasi hasilnya akan tersedia dalam bentuk yang diterima spektrum daya, kinerja dan konstelasi BER plot.

Metodologi

Metodologi dari kegiatan ini dimulai dengan belajar secara rinci tentang WiMAX, perambatan gelombang electromagnetic, dan juga mengenai enam saluran model SUI. Juga melakukan penelitian secara rinci tentang bagaimana saluran model SUI tersebut dikembangkan. Dan terakhir, mensimulasikan model menggunakan alat simulasi LabVIEW

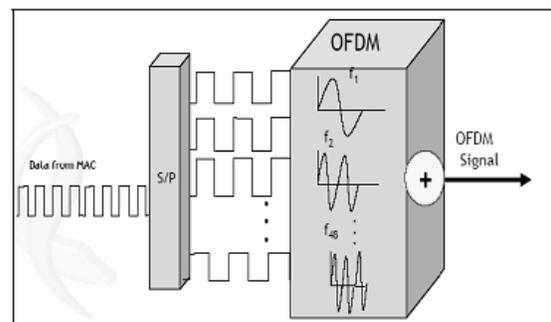
dan Matlab untuk menganalisa saluran dan kinerja sistem.

Wimax

WiMAX, atau Worldwide Interoperabilitas Microwave Access, adalah bentuk akses broadband nirkabel yang didasarkan pada standar IEEE 802,16 untuk jaringan nirkabel area metropolitan (WMANs). Tidak seperti di banyak teknologi akses broadband nirkabel lainnya yang hanya menyediakan cakupan dengan sarana harus saling berhadapan (LOS), teknologi WiMAX telah dioptimalkan dengan menyediakan cakupan dengan sarana yang tidak harus saling berhadapan (NLOS). Produk WiMAX dapat mendukung downlink data hingga 65 Mbits/s dalam jarak dekat, dan hingga 16 Mbits/s pada jarak 9 sampai 10 mil. Jangkauan transmisi dan bandwidth yang cukup untuk memberikan akses high-speed dalam bentuk suara, data, dan layanan video secara bersamaan ke ratusan atau ribuan klien perusahaan dan perumahan.

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

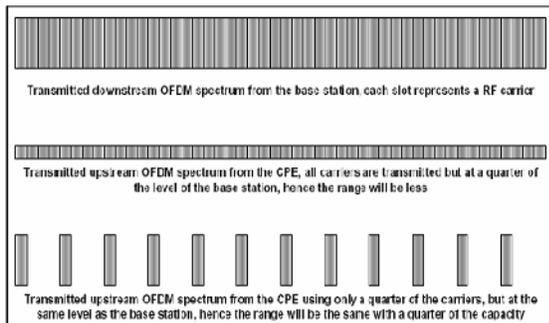
OFDM adalah multi-operator transmisi teknologi yang memberikan keunggulan mentransmisikan informasi dengan kecepatan tinggi secara nirkabel di lingkungan multi-path di frekuensi 2-11GHz. OFDM bekerja dengan membagi data stream menjadi beberapa stream bit paralel. Setiap bit stream dibawa oleh subcarrier yang terpisah dan semua subcarriers dikirimkan secara serentak dan sekaligus. Gambar di bawah ini menggambarkan dengan tepat bagaimana OFDM bekerja di WiMAX.



Gambar 1. OFDM Teknologi

Sub Channelization

WiMAX mendukung Sub Channelization yang berarti transmisi data pada 192 subcarriers, dan dapat dikirimkan hanya pada satu subset. Sehingga, sistem yang lebih besar mencapai kisaran yang sama dengan jumlah daya operator yang relatif lebih sedikit. Karena memiliki keterbatasan daya di CPE, keseimbangan dalam uplink dan downlink dapat dilakukan dengan berkonsentrasi pada subcarriers di uplink. Mekanisme dari Sub-Channelization digambarkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Efek dari Sub-Channelization

Directional Antennas

Efektivitas menggunakan directional antenna atau Omni-Directional Antenna telah berhasil dibuktikan dan ditunjukkan di beberapa skenario penyebaran yang beroperasi di bawah NLOS. Hal ini disebabkan oleh beberapa keunggulan ditemukan di directional antenna. Sistem antenna adaptif merupakan bagian yang terpisah dari standar 802.16 yang memiliki properti yang dapat mengarahkan transmisi fokus ke arah tertentu atau satu arah. Sinyal dapat dibatasi dengan arah yang diperlukan oleh penerima, seperti halnya lampu sorot. Sebaliknya saat menerima, sistem antenna adaptif dapat dibuat untuk fokus hanya ke arah dari mana sinyal yang diinginkan akan datang. Sistem ini juga dapat menekan gangguan sinyal yang berasal dari tempat lain. Sistem antenna adaptif dianggap sebagai perkembangan masa depan yang dapat meningkatkan kembali penggunaan spektrum dan kapasitas jaringan Wimax.

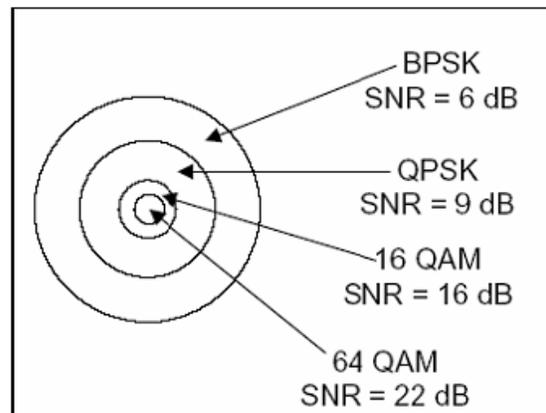
Transmit dan Receive Diversity

Keragaman skema digunakan untuk mengambil keuntungan dari multi-path dan reflections sinyal yang terjadi dalam kondisi

NLOS. Dalam perbedaan pengiriman; beberapa antenna ditempatkan di samping pemancar dengan pemisahan antara antenna yang menjamin kepadaran sinyal yang dikirim di seluruh saluran nirkabel. Ini akan mengurangi kebutuhan fade margin dan gangguan. Skema yang sama berlaku untuk menerima keragaman sinyal di mana beberapa antenna ditempatkan di sisi penerima, bukan ditempatkan di samping transmitter. Hal ini akan membantu dalam mengatasi kepadaran dan mengurangi pathloss.

Adaptive Modulation

Modulasi adaptif memungkinkan sistem WiMAX untuk menyesuaikan skema modulasi sinyal tergantung pada sinyal noise rasio (SNR). Skema modulasi digunakan ketika radio link dalam kualitas tinggi. Ini akan memberikan kemampuan lebih untuk sistem. Selama sinyal tinggi, maka sistem WiMAX dapat mentransfer ke modulasi skema yang lebih rendah untuk mempertahankan kualitas koneksi. Fitur ini memungkinkan sistem untuk mengatasi waktu kepadaran. Fitur utama modulasi adaptif adalah bahwa hal itu memungkinkan untuk mengirimkan data pada tingkat tinggi selama kondisi terbaik dibandingkan dengan tetap memiliki skema yang selalu transmit data rendah untuk kondisi buruk.



Gambar 3. Relatif cel radii dari adaptif modulasi

Error Correction Techniques

WiMAX memanfaatkan beberapa teknik koreksi kesalahan dalam struktur penerima untuk mengurangi gangguan sinyal dan meningkatkan kinerja sistem. Teknik ini, seperti *Strong Reed Solomon FEC* dan *Convolutional Coding*, digunakan untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan untuk meningkatkan

throughput. Teknik koreksi kesalahan ini untuk memulihkan frame error yang mungkin telah hilang karena frekuensi yang memudar. Automatic Repeat Request digunakan untuk mengoreksi kesalahan yang tidak dapat dikoreksi oleh FEC, dengan memiliki informasi error, yang secara signifikan memperbaiki kesalahan bit rate sehingga meningkatkan kinerja sistem.

Power Control

WiMAX mencakup beberapa algoritma kontrol daya untuk mengurangi konsumsi daya yang lebih dari CPE, sehingga menurunkan potensi gangguan dengan peralatan lainnya yang terletak pada unit yang sama. Hal ini akan meningkatkan kinerja keseluruhan sistem secara dramatis. Hal ini dilaksanakan oleh stasiun pangkalan dengan mengirimkan informasi kontrol daya ke masing-masing CPEs untuk mengatur daya ke tingkat ambang tetap. Skenario LOS, yang mengirimkan power CPE dengan jarak dari stasiun pangkalan secara proporsional. Namun dalam skenario NLOS, tingkat ini akan tergantung pada berbagai faktor-faktor lain seperti hambatan letaknya di jalan antara CPE dan *base station*.

Electromagnetic Wave Propagation Introduction

Dalam komunikasi nirkabel, informasi yang dikirim dari satu ujung dan disebarkan ke ujung lain dalam bentuk gelombang electromagnetic (EM). Amplitude, fase, atau frekuensi (panjang gelombang) yang dapat dimodifikasi untuk mewakili informasi. Akibatnya, sangat penting untuk memahami gelombang EM dan bagaimana mereka dari satu tempat ke tempat lain dalam rangka menentukan kinerja transmisi nirkabel.

Propagation dan Channel Models

Perambatan dan model saluran adalah alat untuk merancang sistem komunikasi broadband nirkabel. Pada dasarnya memprediksi apa yang akan terjadi pada saat sinyal dikirimkan dalam perjalanan ke penerima. Model ini dibagi menjadi tiga klasifikasi dasar: teori, empiris, dan fisik.

Hata model for Suburban Areas

Model Hata untuk Wilayah Suburban, juga dikenal sebagai model Okumura-Hata yang dikembangkan menjadi Model Okumura, adalah yang paling banyak digunakan dalam model frekuensi radio untuk penyiaran yang memprediksi perilaku transmisi selular di pinggiran kota dan daerah pedesaan. Model ini juga memiliki dua varietas untuk transmisi di Daerah Perkotaan dan Wilayah Terbuka. Hata Model memprediksi total kerugian di sepanjang jalur dari link terrestrial microwave atau komunikasi selular di wilayah perkotaan.

Versi Model Hata berlaku untuk transmisi di kota dan di daerah pedesaan dimana struktur buatan manusia ada tetapi tidak begitu tinggi dan padat seperti di kota. Untuk lebih tepatnya, model ini cocok di mana ada bangunan, tetapi tidak ada variasi yang signifikan dari ketinggian. Model ini cocok untuk point-to-point dan transmisi siaran dengan frekuensi 150 MHz hingga ke 1500 GHz.

Elgi Model

Egli Model adalah model untuk Kategori Terrain: Radio frekuensi penyiaran. Model ini memprediksi total kerugian untuk jalur point-to-point. Biasanya digunakan untuk transmisi Line Of Sight, model ini menyediakan jalur sebagai satu kuantitas. Biasanya cocok untuk komunikasi selular di mana satu antena tetap dan lainnya adalah ponsel. Model Egli berlaku pada transmisi yang memancar sampai daerah luar. Model Egli ini tidak berlaku bagi pada sebuah kondisi di mana beberapa halangan berada di tengah jalur transmisi.

Mixed Absorption Diffraction Propagation Models

Dengan munculnya jaringan baru yang saling berdekatan (WiFi, WiMAX, DECT, dsb), Stasiun pemancar dengan dasar dalam dan luar ruangan pada frekuensi yang relatif tinggi, persimpangan antara transmisi sehingga terjadi penyerapan difraksi yang banyak, sehingga ada kebutuhan untuk menggunakan model campuran.

1. Diffraction Models

Perlakuan yang berbeda dari bangunan dan wilayah dalam menghitung difraksi

didasarkan pada standar rekomendasi ICS Telecom nG (ITU-R 26, Deygout, Bullington ...)

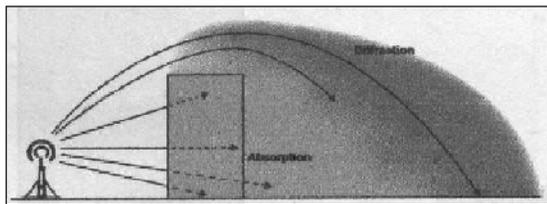
2. Absorption Models

Semata-mata untuk jaringan indoor, ICS Telecom nG menyediakan kemampuan untuk menentukan secara rinci materi dari setiap partisi dinding atau mengambil informasi dari bentuk bangunan. Kedekatan jaringan dan model penyerapan transmisi pada bangunan berbasis pada ICS.

Tiga hipotesa pada telekomunikasi:

- Bangunan yang homogen,
- Penyerapan atenuasi, adalah persimpangan panjang jalur oleh sinyal di dalam gedung,
- Koefisien yang sepadan, juga disebut koefisien penyerapan, merupakan karakteristik dari masing-masing bahan (beton, kaca, batu bata, ..)

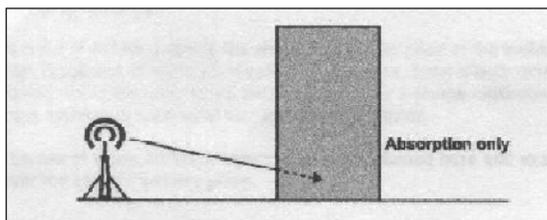
3. Mixed Models



Gambar 4. Mixed Models

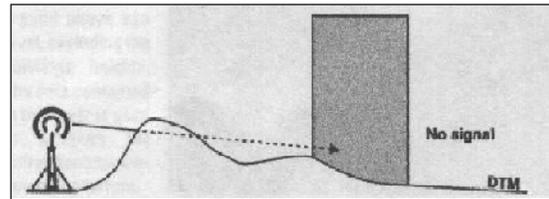
Dari gambar itu jelas bahwa sinyal tidak diterima di dalam bangunan dan hanya di belakang bangunan, sehingga sinyal difraksi dapat diterima. Tetapi ketika sinyal difraksi menjadi sinyal yang utama, maka penyerapan sinyal dapat diabaikan. Penerapan aturan ICS Telecom nG sebagai berikut:

- Kasus 1 : Receiver/penerima terdapat di dalam sebuah bangunan dan saling berhadapan dengan transmitter/pemancar dan tanpa halangan, maka hanya penyerapan sinyal yang dapat terjadi.



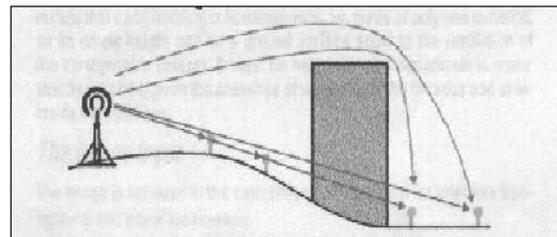
Gambar 5. Kasus 1

- Kasus 2 : Penerima terdapat di dalam bangunan, namun tidak saling berhadapan dengan pemancar dan terdapat penghalang. Dalam kasus ini tidak akan ada sinyal yang diterima sama sekali.



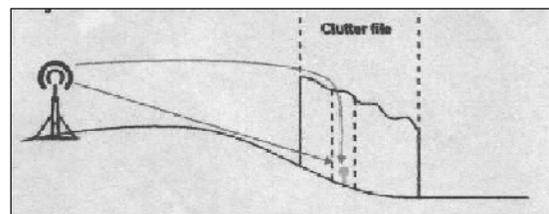
Gambar 6. Kasus 2

- Kasus 3 : Penerima berada di luar bangunan, maka penyerapan dapat terjadi dan sinyal difraksi dapat diterima.



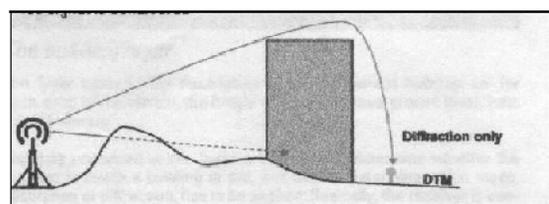
Gambar 7. Kasus 3

- Kasus 4 : Penerima berada di luar bangunan, tetapi terdapat penghalang berupa pepohonan, maka penyerapan dapat terjadi dan sinyal difraksi dapat diterima.



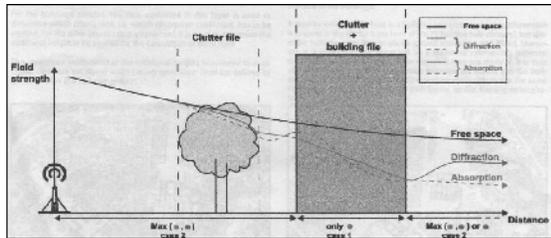
Gambar 8. Kasus 4

- Kasus 5 : Penerima berada di luar gedung, namun tidak saling berhadapan dengan pemancar dan terdapat penghalang. Dalam kasus tersebut sinyal difraksi yang diterima.



Gambar 8. Kasus 5

Dari semua aturan di atas, model campuran yang diperoleh adalah seperti yang ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 9. Mixed absorption-diffraction model

Simulation of SUI Models

Simulai model SUI adalah dalam rangka untuk lebih memahami mengenai kinerja saluran dan juga performa dari WiMAX. Simulasi dilakukan dalam dua bagian. Pada bagian pertama, Matlab digunakan untuk menganalisa karakteristik saluran dan di bagian kedua menggunakan perangkat lunak simulator LabVIEW untuk mensimulasikan kinerja sistem.

Simulation Using Matlab

```

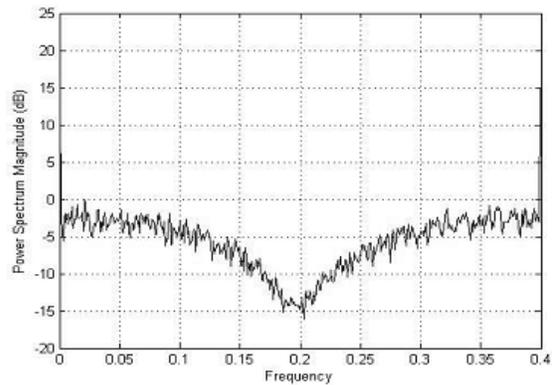
N = 10000;
OR = 4;
M = 256;
Dop_res = 0.1;
res_accu = 20;
P = [ 0 -5 -10 ];
K = [ 1 0 0 ];
tau = [ 0.0 0.5 1.0 ];
Dop = [ 0.4 0.4 0.4 ];
ant_corr = 0.4;
Fnorm = -1.5113;
P = 10.^(P/10);
s2 = P./(K+1);
m2 = P.*(K./(K+1));
m = sqrt(m2);
rmsdel = sqrt( sum(P.*(tau.^2))/sum(P) -
(sum(P.*tau)/sum(P))^2 );
fprintf('rms delay spread %6.3f us\n',
rmsdel);
L = length(P);
paths_r = sqrt(1/2)*(randn(L,N) +
j*randn(L,N)).*((sqrt(s2))' * ones(1,N));
paths_c = m' * ones(1,N);
for p = 1:L
    D = Dop(p) / max(Dop) / 2;
    f0 = [0:M*D]/(M*D);
    PSD = 0.785*f0.^4 - 1.72*f0.^2 + 1.0;

```

```

filt = [ PSD(1:end-1) zeros(1,M-
2*M*D) PSD(end:-1:2) ];
filt = sqrt(filt);
filt = ifftshift(ifft(filt));
filt = real(filt);
filt = filt / sqrt(sum(filt.^2));
path = fftfilt(filt, [ paths_r(p,:)
zeros(1,M) ]);
paths_r(p,:) = path(1+M/2:end-M/2);
end;
paths = paths_r + paths_c;
paths = paths * 10^(Fnorm/20);
Pest = mean(abs(paths).^2, 2);
fprintf('tap mean power level: %0.2f
dB\n', 10*log10(Pest));
figure, psd(paths(1,:), 512, max(Dop));

```



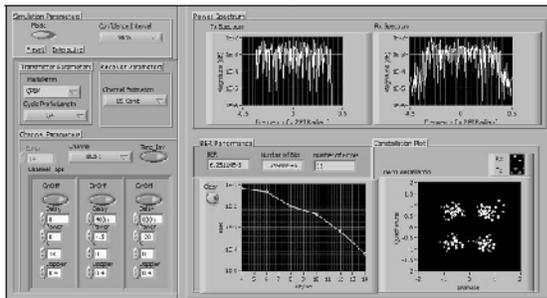
Gambar 10. Spectral power distribution

Simulation Using Labview

SUI-1 Channel				
	Tap 1	Tap 2	Tap J	Units
Delay	0	0.4	0.9	µs
Power (omni ant.)	0	-15	-20	dB
90% K-fact. (omni)	4	0	0	
75% K-fact. (omni)	20	0	0	
Power (30° ant.)	0	-21	-32	dB
90% K-fact. (30°)	15	0	0	
75% K-fact. (30°)	72	0	0	
Doppler	0.4	0.5	0.5	Hz

Antenna Correlation:	ρ _{ant} = 0.7	Terrain Type:	C
Gain Reduction Factor:	GRF = 0 dB	Omnis antenna:	τ _{omni} = 0.111 µs
Normalization Factor:	F _{norm} = -4.177 dB	30° antenna:	τ ₃₀ = 0.042 µs
	ρ _{sp} = 0.0371 e4	overall K: K = 3.3 (50%); K = 10.4 (75%)	
		overall K: K = 3.0 (50%); K = 11.2 (75%)	

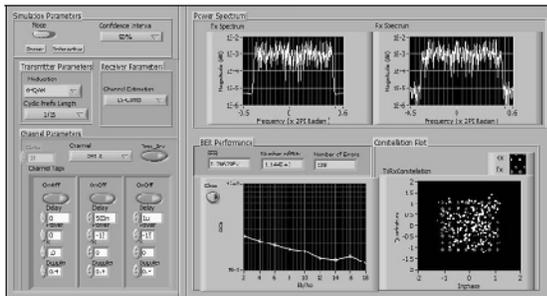
Gambar 11. SUI 1 Channel



Gambar 12. SUI 1 Channel Simulation

SUI - 2 Channel				
	Tap 1	Tap 2	Tap 3	Units
Delay	0	0.4	1.1	µs
Power (omni ant.)	0	-12	-15	dB
90% K-fact. (omni)	2	3	0	
75% K-fact. (omni)	11	3	0	
Power (30° ant.)	0	-18	-27	dB
90% K-fact. (30°)	8	3	0	
75% K-fact. (30°)	36	3	0	
Doppler	0.2	0.15	0.25	Hz
Antenna Correlation:	ρ _{AW} = 0.5		Terrain Type: C	
Gain Reduction Factor:	GRF = 2 dB		Omni antenna: τ _{LOS} = 0.202 µs	
Normalization Factor:	F _{max} = -3.3930 dB, F _{av} = -0.0768 dB		30° antenna: τ _{LOS} = 0.065 µs	
			overall K: K = 1.5 (90%); K = 5.1 (75%)	
			30° antenna: τ _{LOS} = 0.065 µs	
			overall K: K = 5.9 (90%); K = 21.8 (75%)	

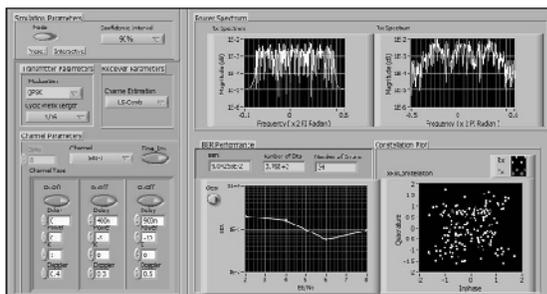
Gambar 13. SUI 2 Channel



Gambar 14. SUI 2 Channel Simulation

SUI - 3 Channel				
	Tap 1	Tap 2	Tap 3	Units
Delay	0	0.4	0.9	µs
Power (omni ant.)	0	-5	-10	dB
90% K-fact. (omni)	1	0	0	
75% K-fact. (omni)	7	0	0	
Power (30° ant.)	0	-11	-22	dB
90% K-fact. (30°)	3	0	0	
75% K-fact. (30°)	19	0	0	
Doppler	0.4	0.3	0.5	Hz
Antenna Correlation:	ρ _{AW} = 0.4		Terrain Type: B	
Gain Reduction Factor:	GRF = 3 dB		Omni antenna: τ _{LOS} = 0.234 µs	
Normalization Factor:	F _{max} = -1.313 dB, F _{av} = -0.5573 dB		30° antenna: τ _{LOS} = 0.112 µs	
			overall K: K = 0.5 (50%); K = 1.6 (75%)	
			30° antenna: τ _{LOS} = 0.112 µs	
			overall K: K = 2.2 (50%); K = 7.0 (75%)	

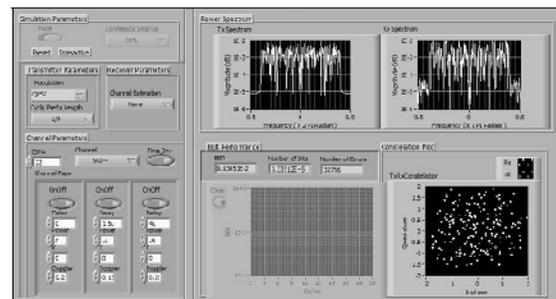
Gambar 15. SUI 3 Channel



Gambar 16. SUI 3 Channel Simulation

SUI - 4 Channel				
	Tap 1	Tap 2	Tap 3	Units
Delay	0	1.5	4	µs
Power (omni ant.)	0	-4	-8	dB
90% K-fact. (omni)	0	0	0	
75% K-fact. (omni)	1	0	0	
Power (30° ant.)	0	-10	-20	dB
90% K-fact. (30°)	1	0	0	
75% K-fact. (30°)	5	0	0	
Doppler	0.2	0.15	0.25	Hz
Antenna Correlation:	ρ _{AW} = 0.3		Terrain Type: B	
Gain Reduction Factor:	GRF = 4 dB		Omni antenna: τ _{LOS} = 1.257 µs	
Normalization Factor:	F _{max} = -1.9218 dB, F _{av} = -0.532 dB		30° antenna: τ _{LOS} = 0.563 µs	
			overall K: K = 0.2 (90%); K = 0.6 (75%)	
			30° antenna: τ _{LOS} = 0.563 µs	
			overall K: K = 1.6 (90%); K = 3.2 (75%)	

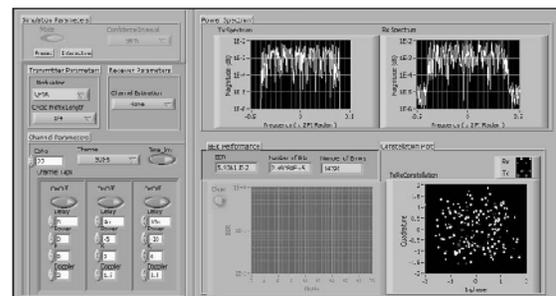
Gambar 17. SUI 4 Channel



Gambar 18. SUI 4 Channel Simulation

SUI - 5 Channel				
	Tap 1	Tap 2	Tap 3	Units
Delay	0	4	10	µs
Power (omni ant.)	0	5	-10	dB
90% K-fact. (omni)	0	3	0	
75% K-fact. (omni)	0	3	0	
50% K-fact. (omni)	2	3	0	
Power (30° ant.)	0	-11	-22	dB
90% K-fact. (30°)	0	0	0	
75% K-fact. (30°)	2	0	0	
50% K-fact. (30°)	7	0	0	
Doppler	2	1.5	2.5	Hz
Antenna Correlation:	ρ _{AW} = 0.5		Terrain Type: A	
Gain Reduction Factor:	GRF = 4 dB		Omni antenna: τ _{LOS} = 2.842 µs	
Normalization Factor:	F _{max} = -1.5113 dB, F _{av} = -0.3573 dB		30° antenna: τ _{LOS} = 1.276 µs	
			overall K: K = 0.1 (90%); K = 0.3 (75%); K = 1.0 (50%)	
			30° antenna: τ _{LOS} = 1.276 µs	
			overall K: K = 0.4 (90%); K = 1.3 (75%); K = 4.2 (50%)	

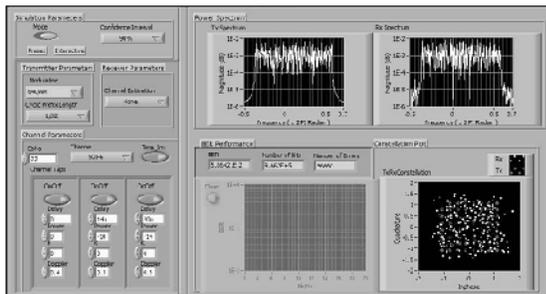
Gambar 19. SUI 5 Channel



Gambar 20. SUI 5 Channel Simulation

SUI-6 Channel				
	Tap 1	Tap 2	Tap 3	Units
Delay	0	14	20	ns
Power (omni ant.)	0	-10	-14	dB
90% K-fact. (omni)	0	0	0	
75% K-fact. (omni)	0	0	0	
50% K-fact. (omni)	1	0	0	
Power (30° ant.)	0	-16	-26	dB
90% K-fact. (30°)	0	0	0	
75% K-fact. (30°)	2	0	0	
50% K-fact. (30°)	5	0	0	
Doppler	0.4	0.5	0.5	Hz
Antenna Correlation: $\rho_{\text{max}} = 0.7$ Gain Reduction Factor: $\text{GRF} = 4 \text{ dB}$ Normalization Factor: $F_{\text{min}} = -0.5683 \text{ dB}$ $F_{\text{30}} = -0.1184 \text{ dB}$				
Terrain Type: A Omni antenna: $\tau_{\text{LOS}} = 5.240 \text{ s}$ omnid. K: K = 0.1 (90%); $\alpha = 0.3$ (75%); K = 1.0 (50%) 30° antenna: $\tau_{\text{LOS}} = 2.370 \text{ s}$ omnid. K: K = 0.4 (90%); $\alpha = 1.0$ (75%); K = 4.2 (50%)				

Gambar 21. SUI 6 Channel Simulation



Gambar 22. SUI 6 Channel Simulation

KESIMPULAN

Penelitian dan penembangan teknologi di bidang jaringan dan komunikasi nirkabel cukup luas. Jaringan dan komunikasi nirkabel, berhubungan dengan transmisi data melalui beberapa bentuk gelombang udara.

Kegiatan ini mengetahui kinerja jaringan WiMAX (802.16a) untuk mencapai kinerja yang lebih baik di lingkungan luar. Kegiatan ini juga menjelaskan tingkat dasar tentang teknologi yang digunakan dalam WiMAX. Kinerja saluran disimulasikan dengan menggunakan Matlab dan kinerja sistem menggunakan simulator LabVIEW. Pengenalan singkat tentang kemampuan ICS Telecom nG ini akan berguna bagi masa depan yang berkaitan dengan pekerjaan prediksi perambatan dan model saluran.

Memodifikasi jaringan yang telah dibangun akan meningkatkan investasi dan juga akan mengakibatkan kerugian. Hal ini juga akan mempengaruhi pelanggan yang akan menggunakan layanan tersebut. Oleh karena itu, sangat jelas bahwa dengan melakukan prediksi perambatan sebelum jaringan sebenarnya digunakan, akan meminimalkan resiko kehilangan investasi.

SARAN

Sejumlah penelitian dapat dilakukan berdasarkan hasil penelitian. Berikut adalah beberapa contoh dari penelitian yang dapat dilakukan di masa mendatang.

Di masa mendatang saluran dapat dikembangkan, seperti digunakannya berbagai rentang frekuensi yang lebih tinggi dan antenna tinggi. Model juga dapat dikembangkan untuk dapat digunakan dalam berbagai kategori wilayah.

Demikian pula hasil studi untuk perambatan dalam sebuah ruangan dapat diperpanjang transmisinya, pemancar dari luar ruangan ke penerima dalam ruangan dapat dioptimalkan performa jaringannya. Studi ini juga dapat diperluas untuk mengembangkan model saluran untuk *mobile receivers* yang hingga saat ini hanya penerima dan *stationary transmitters* yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Clint Smith, John Meyer – “3G Wireless with WiMAX and WiFi 802.16 and 802.11”

Theodore S Rappaport – “Wireless Communications: Principles and Practice” ICS telecom nG manual.

Jean-Philippe Noel, Emmanuel Granier, 2004 – “Mixed Absorption-Diffraction Models for Wireless Proximity Networks”, White Paper March

V. Erceg, K.V.S. Hari, M.S. Smith, D.S. Baum et al, “Channel Models for Fixed Wireless Applications”, Contribution IEEE 802.16.3c-01/29r1, Feb. 2001.

V. Erceg, “Channel models for broadband fixed wireless systems,” IEEE 802.16.3c-00/53

WiMAX forum – www.wimaxforum.org/home/
www.wimax.com
www.intel.com/netcomm/technologies/wimax/

John S. Seybold, 2005, *Introduction to RF propagation*, John Willey and Sons Inc.