

## ANALISIS KINERJA DARI *PHYSICAL LAYER* PADA SISTEM *WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS*

Suzanzezi<sup>1)</sup>, Irawan Hadi<sup>2)</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang

email : susanzezi82@yahoo.com<sup>1)</sup>, Irawanhadi107@yahoo.com<sup>2)</sup>

**Abstrak** – Wimax menyediakan *broadband* nirkabel untuk tetap dan terminal mobile di wilayah geografis yang luas. Wimax Versi 2012 dari WiMAX menyediakan data rate hingga 40Mbps/s dan 2011 versi dapat mendukung kecepatan data sampai 1 Gbit/s untuk stasiun tetap Sistem WiMAX menggunakan OFDM pada Physical Layer. Oleh karena itu upaya inovatif diperlukan untuk menyiapkan sistem layer yang sesuai yang memenuhi kebutuhan pembangunan dibidang pertelekomunikasian masa depan. Keutamaan penelitian ini dimaksudkan untuk membantu meningkatkan sektor telekomunikasi secara luas termasuk di dalamnya kebutuhan akan jaringan Wimax. Standar WiMAX memiliki dua Versi: IEEE 802.16-2004 dan IEEE 802.16d. Pemahaman ini juga akan didukung oleh Orthogonal Frequency Division ultiplexing pada Physical Layer. OFDM menyediakan teknologi DSL nirkabel di mana kabel *broadband* tidak tersedia. WiMAX 802.16e menggunakan standar Teknik OFDMA. Ini menyediakan dukungan untuk nomadic dan layanan mobilitas sehingga juga dikenal sebagai ponsel WiMAX. WiMAX adalah teknologi nirkabel broadband itu memiliki beberapa perbaikan maka Wi-Fi dan UMTS. Paper ini untuk menganalisis kinerja dari *Physical Layer* pada Sistem *Worldwide Interoperability for Microwave Access*, diharapkan akan mempercepat koneksi jaringan, dengan memperhitungkan kondisi seperti Bit Error Rate untuk perbedaan modulasi digital seperti, BPSK, QPSK, 16QAM dan 64QAM bisa diatasi. Selanjutnya akan dilakukan analisis kinerja physical layer pada WiMax dengan penggunaan Simulink.

**Kata kunci** – AWGN, BER, OFDM, WiMAX

### I. PENDAHULUAN

Wimax menyediakan *broadband* nirkabel untuk tetap dan terminal mobile di wilayah geografis yang luas. Wimax Versi 2012 dari WiMAX menyediakan data rate hingga 40Mbps/s dan 2011 versi dapat mendukung kecepatan data sampai 1 Gbit/s untuk stasiun tetap Sistem WiMAX menggunakan OFDM pada Physical Layer. Oleh karena itu upaya inovatif diperlukan untuk menyiapkan sistem layer yang sesuai yang memenuhi kebutuhan pembangunan dibidang pertelekomunikasian masa depan. Keutamaan penelitian ini dimaksudkan untuk membantu meningkatkan sektor telekomunikasi secara luas termasuk di dalamnya kebutuhan akan jaringan Wimax. Standar WiMAX memiliki dua Versi: IEEE 802.16-2004 dan IEEE 802.16d. Pemahaman ini juga akan didukung oleh Orthogonal

Frequency Division ultiplexing pada Physical Layer. OFDM menyediakan teknologi DSL nirkabel di mana kabel *broadband* tidak tersedia. WiMAX 802.16e menggunakan standar Teknik OFDMA. Ini menyediakan dukungan untuk nomadic dan layanan mobilitas sehingga juga dikenal sebagai ponsel WiMAX. WiMAX adalah teknologi nirkabel broadband itu memiliki beberapa perbaikan maka Wi-Fi dan UMTS.

Fixed WiMAX dan Mobile WiMAX. Fixed WiMAX didasarkan pada Line Of Sight (LOS) kondisi frekuensi yaitu 10 – 66 GHz sedangkan Mobile WiMAX adalah berdasarkan Non-Line of Sight (NLOS) kondisi yang bekerja di rentang frekuensi 2 – 11 GHz. Untuk Standar 802.16e, MAC lapisan & PHY lapisan memiliki artian, tetapi dalam penelitian ini, penekanan diberikan hanya pada lapisan PHY. Lapisan PHY untuk ponsel iMAX yang merupakan standar IEEE 802.16e- [8] memiliki Ukuran FFT yaitu 128 – 2048 titik FFT dengan OFDMA, Rentang bervariasi 1,6 – 5 Km di 5Mbps di 5MHz saluran BW, mendukung 100 km kecepatan/jam. Multi-input multi-output (MIMO) teknologi juga telah terkenal sebagai teknik penting untuk mencapai peningkatan kapasitas keseluruhan sistem komunikasi nirkabel. Dalam beberapa antena ini bekerja di sisi transmitter sebagai serta sisi penerima, dapat mencapai spasial multiplexing keuntungan dalam sistem MIMO direalisasikan oleh transmisi informasi.

Paper ini untuk menganalisis kinerja dari *Physical Layer* pada Sistem *Worldwide Interoperability for Microwave Access*, diharapkan akan mempercepat koneksi jaringan, dengan memperhitungkan kondisi seperti Bit Error Rate untuk perbedaan modulasi digital seperti, BPSK, QPSK, 16QAM dan 64QAM bisa diatasi. Selanjutnya akan dilakukan analisis kinerja physical layer pada WiMax dengan penggunaan Simulink.

### II. DASAR TEORI

#### 2.1 WiMax

WiMAX adalah singkatan dari *Worldwide Interoperability for Microwave Access*, merupakan teknologi akses nirkabel pita lebar (*broadband wireless access* atau disingkat BWA) yang memiliki kecepatan akses yang tinggi dengan jangkauan yang luas. WiMAX merupakan evolusi dari teknologi BWA sebelumnya dengan fitur-fitur yang lebih menarik. Disamping kecepatan data yang tinggi mampu diberikan, WiMAX juga merupakan teknologi dengan open standar. Dalam arti komunikasi perangkat WiMAX di antara beberapa vendor yang berbeda tetap dapat dilakukan (tidak proprietary). Dengan kecepatan data yang besar (sampai 70

MBps), WiMAX dapat diaplikasikan untuk koneksi *broadband*.

Elemen/ perangkat WiMAX secara umum terdiri dari BS di sisi pusat dan CPE di sisi pelanggan. Namun demikian masih ada perangkat tambahan seperti antena, kabel dan asesoris lainnya. Perangkat WiMax, diantaranya [2]:

- Base Station (BS)
- Subscriber Station (SS)
- Antena

### 2.1.1 Spektrum Frekuensi WiMAX

Bebagai teknologi yang berbasis pada frekuensi, kesuksesan WiMAX sangat bergantung pada ketersediaan dan kesesuaian spektrum frekuensi. Sistem wireless mengenal dua jenis band frekuensi yaitu Licensed Band dan Unlicensed Band. Licensed band membutuhkan lisensi atau otoritas dari regulator, yang mana operator yang memperoleh licensed band diberikan hak eksklusif untuk menyelenggarakan layanan dalam suatu area tertentu.

Sementara Unlicensed Band yang tidak membutuhkan lisensi dalam penggunaannya memungkinkan setiap orang menggunakan frekuensi secara bebas di semua area. WiMAX Forum menetapkan 2 band frekuensi utama pada certification profile untuk Fixed WiMAX (band 3.5 GHz dan 5.8 GHz), sementara untuk Mobile WiMAX ditetapkan 4 band frekuensi pada system profile release-1, yaitu band 2.3 GHz, 2.5 GHz, 3.3 GHz dan 3.5 GHz.

Secara umum terdapat beberapa alternatif frekuensi untuk teknologi WiMAX sesuai dengan peta frekuensi dunia. Dari alternatif tersebut band frekuensi 3,5 GHz menjadi frekuensi mayoritas Fixed WiMAX di beberapa negara, terutama untuk negara-negara di Eropa, Canada, Timur-Tengah, Australia dan sebagian Asia. Sementara frekuensi yang mayoritas digunakan untuk Mobile WiMAX adalah 2,5 GHz.

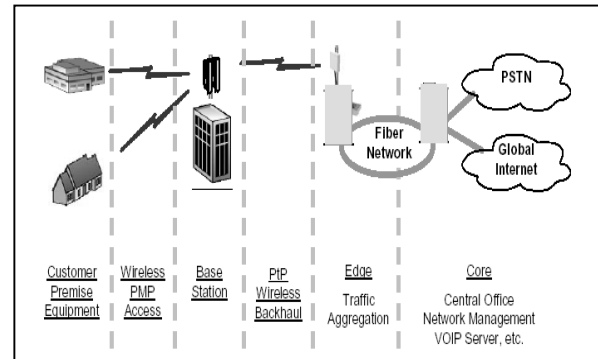
Isu frekuensi *Fixed WiMAX* di band 3,3 GHz ternyata hanya muncul di negaranegara Asia. Hal ini terkait dengan penggunaan band 3,5 GHz untuk komunikasi satelit, demikian juga dengan di Indonesia. Band 3,5 GHz di Indonesia digunakan oleh satelit Telkom dan PSN untuk memberikan layanan IDR dan broadcast TV. Dengan demikian penggunaan secara bersama antara satelit dan wireless terrestrial (BWA) di frekuensi 3,5 GHz akan menimbulkan potensi interferensi terutama di sisi satelit [2].

### 2.1.2 Cara Kerja WiMax

Stasiun Wimax dihubungkan ke jaringan publik dengan menggunakan serat optik, kabel link gelombang macro, atau konektivitas PP (Point to Point) laju tinggi yang disebut Backhaul. Dalam beberapa kasus seperti jaringan mesh (Jala), Konektivitas PMP (Point to Multi Point) juga digunakan sebagai backhaul.

Stasiun basis melayani stasiun pelanggan yang juga disebut CPE (Customer Premise Equipment) menggunakan konektivitas PMP yang NLOS (Non Line of Sight) atau LOS (Line of Sight). Hubungan ini disebut last mile. Idealnya Wimax menggunakan antena PMP yang NLOS

untuk menghubungkan pelanggan residensial atau bisnis ke stasiun basis (Gambar 2.3). Stasiun pelanggan biasanya melayani gedung (bisnis atau residensi) dengan menggunakan berkabel atau nirkabel [5].



Gambar 1. Jaringan WiMax

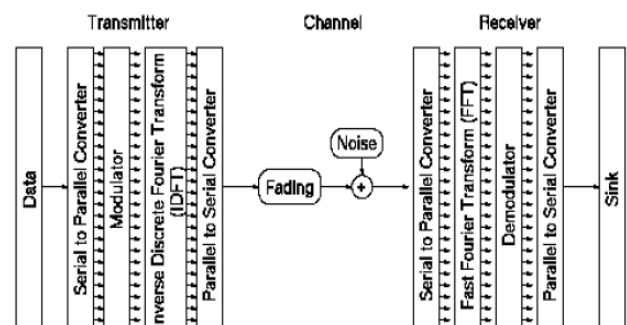
### 2.2 Orthogonal Frequency Division Multiplexing

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) adalah sebuah teknik transmisi yang menggunakan beberapa buah frekuensi yang saling tegak lurus (*orthogonal*). Pada saat ini, OFDM telah dijadikan standar dan dioperasikan di Eropa yaitu pada Proyek DAB (Digital Audio Broadcast), selain itu juga digunakan pada HDSL (High Bit-rate Digital Subscriber Lines; 1.6 Mbps), VHDSL (Very High Speed Digital Subscriber Lines; 100 Mbps), HDTV (High Definition Television) dan juga komunikasi radio.

Setelah itu, modulasi dilakukan pada tiap-tiap sub-carrier. Modulasi ini bisa berupa BPSK, QPSK, QAM atau yang lain, tapi ketiga teknik tersebut sering digunakan pada OFDM. Kemudian sinyal yang telah termodulasi tersebut diaplikasikan ke dalam Inverse Discrete Fourier Transform (IDFT), untuk pembuatan simbol OFDM.

$$s(t) = \text{Re} \left\{ \sum_{n=-\infty}^{+\infty} b_n f(t - nT) e^{j(\omega_0 t + \phi)} \right\} \quad (1)$$

Penggunaan IDFT ini memungkinkan pengalokasian frekuensi yang saling tegak lurus (*orthogonal*), mengenai hal ini akan dijelaskan lebih lanjut. Setelah itu simbol-simbol OFDM dikonversikan lagi ke dalam bentuk serial, dan kemudian sinyal dikirim [6].



Gambar 2. Dasar dari OFDM

Karakter utama yang lain dari OFDM adalah kuat menghadapi *frequency selective fading*.

Dengan menggunakan teknologi OFDM, meskipun jalur komunikasi yang digunakan memiliki karakteristik *frequencyselective fading* (dimana bandwidth dari channel lebih sempit daripada bandwidth dari transmisi sehingga mengakibatkan pelemahan daya terima secara tidak seragam pada beberapa frekuensi tertentu), tetapi tiap sub carrier dari sistem OFDM hanya mengalami *flat fading* (pelemahan daya terima secara seragam).

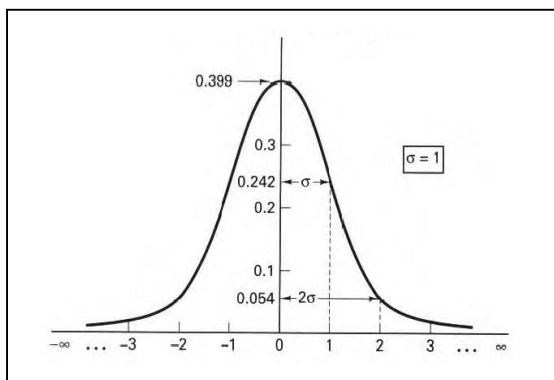
### 2.3 Additive White Gaussian Noise

AWGN merupakan termah noise yang terdistribusi normal dengan nilai rata – rata nol, serta bersifat menambahkan level sinyal. Noise pada kanal dapat merusak sinyal, karena sinyal yang diterima pada receiver tidak lagi sama dengan sinyal yang dikirimkan. Sinyal yang diterima dalam selang waktu  $0 < t < T$ , merupakan sinyal yang dikirimkan ditambahkan noise kanal dimana diasumsikan tidak ada redaman pada kanal maka sinyal dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$r(t) = S_1(t) + n(t) \quad , \quad 0 < t < T \quad (2)$$

$S_1(t)$  merupakan sinyal yang dikirimkan dan  $n(t)$  menyatakan noise kanal sebagai proses acak zero mean Gaussian. Secara teoritis kanal sering dimodelkan dengan distribusi Gaussian dengan rata – rata (mean) sama dengan nol dan dikarakteristikan secara statistik dengan fungsi rapat probabilitas atau Probability density function Gaussian sebagai berikut [5].

$$P_g(r) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{r}{\sigma}\right)^2\right] \quad (3)$$



Gambar 3. Fungsi Probability Density Function Gaussian dengan  $\sigma = 1$

#### 2.3.1 Kanal Fading

*Fading* merupakan penurunan dan fluktuasi daya sinyal pada penerima. *Fading* menyebabkan kondisi dimana sinyal tidak dapat lagi dikenali pada proses pengembalian sinyal kedalam bentuk informasi. *Fading* dapat dikategorikan kedalam dua bagian yaitu *large-scale fading* yang berkaitan dengan *path-loss* dan *small-scale fading* yang berkaitan dengan lintasan jamak antara pemancar dan penerima.

Tabel 1 mengklasifikasikan beberapa gambaran mengenai fenomena *small-scale fading* tersebut. Jika

dipandang pada bagaimana pengaruh kanal pada dimensi waktu dan frekuensi mempengaruhi sinyal, maka kanal dapat dikelompokkan kedalam kanal *flat fading* dan kanal *frequency selective fading*. Sedangkan jika dipandang pada seberapa cepat sinyal yang dikirim mengalami perubahan bila dibandingkan dengan seberapa cepat perubahan dari kanal, kanal dapat dikelompokkan ke dalam kanal yang *fast fading* dan kanal *slow fading*.

Dalam tugas akhir ini akan difokuskan untuk menganalisa *small-scale fading* khususnya *slow fading*. *Slow fading* ini dapat diasumsikan redaman *fading* tidak berubah setidaknya selama transmisi satu periode symbol [7].

Tabel 1. Klasifikasi *small-scale fading*

SMALL SCALE FADING	Berdasarkan atas multipath Time Delay Spread	FLAT FADING
		<ul style="list-style-type: none"> <li>BW sinyal &lt; BW koheren</li> <li>Delay spread &lt; periode simbol</li> </ul>
	Berdasarkan atas Doppler Spread	FREQUENCY SELECTIVE FADING
		<ul style="list-style-type: none"> <li>BW sinyal &gt; BW koheren</li> <li>Delay spread &gt; periode simbol</li> </ul>
		FAST FADING
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Doppler spread &gt;&gt;</li> <li>Coherence time &lt; periode simbol</li> <li>Variasi kanal lebih cepat dari variasi sinyal baseband</li> </ul>
		SLOW FADING
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Doppler spread &lt;&lt;</li> <li>Coherence time &gt; periode simbol</li> <li>Variasi kanal lebih lambat dari variasi sinyal baseband</li> </ul>

### 2.4 Bit Error Rate

Dalam bidang telekomunikasi, rasio error adalah rasio jumlah bit, elemen, karakter atau blok yang diterima dengan salah dibanding jumlah total bit, elemen, karakter, ataupun blok yang dikirim sepanjang interval waktu tertentu. Rasio yang paling sering ditemui adalah *bit error ratio* (BER). Contoh BER adalah jumlah kesalahan bit yang diterima dibagi dengan jumlah total bit yang dikirimkan. Biasanya kurva BER digambarkan dalam hubungan BER (dB) dengan SNR (dB) atau BER (dB) dengan  $E_b/N_0$  (dB).

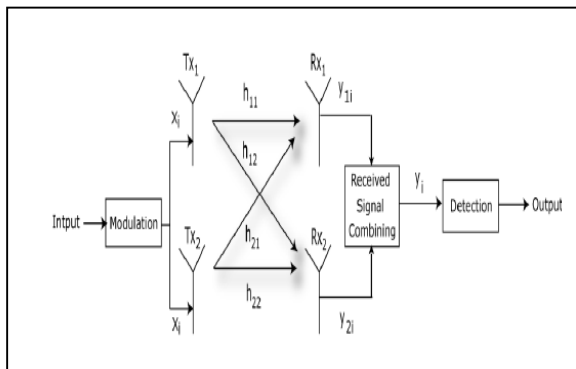
### 2.5 Multi Input Multi Output

Tuntutan peningkatan *data rate* dan kualitas layanan suatu sistem komunikasi *wireless* memicu lahirnya teknik baru untuk meningkatkan efisiensi spektrum dan perbaikan kualitas saluran. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan multi antenna pada sisi pengirim dan penerima, teknik ini dikenal dengan *Multiple Input Multiple Output* (MIMO). Prinsip kerja MIMO adalah memperbanyak sinyal informasi yang di pancarkan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi dan mengurangi *error* yang dapat terjadi akibat kanal transmisi.

Untuk memperoleh *Space diversity* digunakan beberapa antenna pada lokasi spasial yang berbeda seperti ditunjukkan pada gambar 2.8. Misalnya digunakan M antenna untuk mengirimkan signal pada transmit diversity dan M antenna

untuk menerima sinyal pada *receive diversity*. Keuntungan utama space diversity adalah tidak memerlukan tambahan alokasi waktu ataupun frekuensi untuk memperoleh diversitas.

Kelemahan utama dari space diversity adalah fakta bahwa sinyal berebeda perlu diberikan pada *fading* yang independent. Hal ini berarti antenna harus ditempatkan pada jarak tertentu sehingga sinyal yang diterima atau ditransmisikan melalui kanal yang tidak berkorelasi. Jika antenna ditempatkan tanpa pengaturan jarak yang sesuai maka semua antenna akan melalui jalur yang hampir sama. Sehingga salinan sinyal yang diterima akan berkorelasi hasilnya keuntungan diversitas tidak dapat diperoleh.



Gambar 4. Simulasi Model QPSK

### III. METODE PENELITIAN

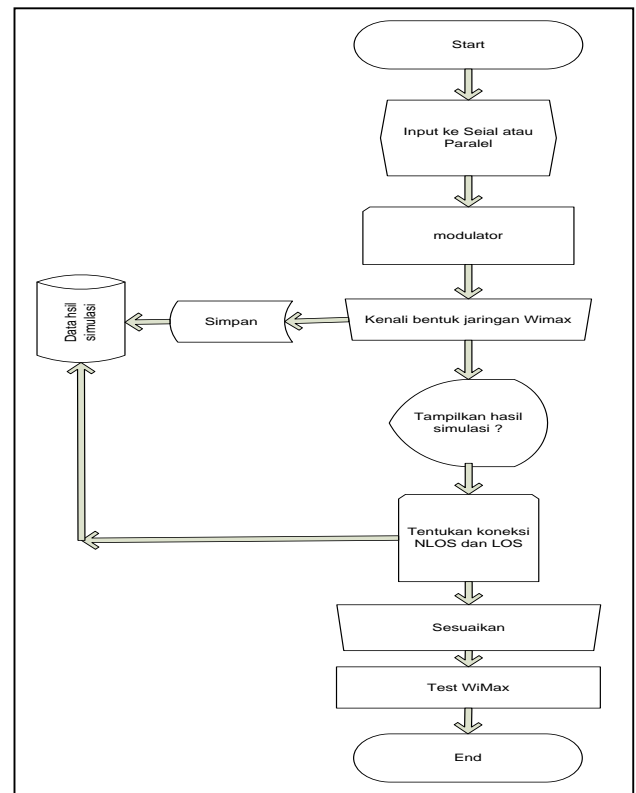
Metode penelitian yang digunakan adalah *metode survey* (*wawancara*) yang dilakukan oleh peneliti dengan para pemakai kendaraan roda empat dan atau orang yang ingin memenuhi kebutuhan akan sistem perangkat WiMax. Metode ini pertama kali yang digunakan peneliti untuk mendapatkan informasi tentang cara pembuatan physical layer dan perangkat sistem WiMax, setelah itu peneliti juga akan diterapkan ini melalui simulasi perancangan WiMax tersebut.

Mendesain dan mencocokkan dengan teori yang didapat di kuliah, internet dan sharing dengan beberapa nara sumber yang dipercaya oleh tim peneliti.

Impelementasi perangkat lunak yang digunakan adalah pelaksanaan bila kedua metode ini dijalankan dan selaras dengan persetujuan usulan ini.

Adapun langkah – langkah yang akan di tempuh yaitu ; hasil model simulink untuk model QAM dan QPSK. Bila  $M = 16$  kemudian di supports ke 16 QAM dan bila  $M = 64$  selanjutnya di support 16 QAM dan  $M = 64$ , bila di supports 64 QAM.

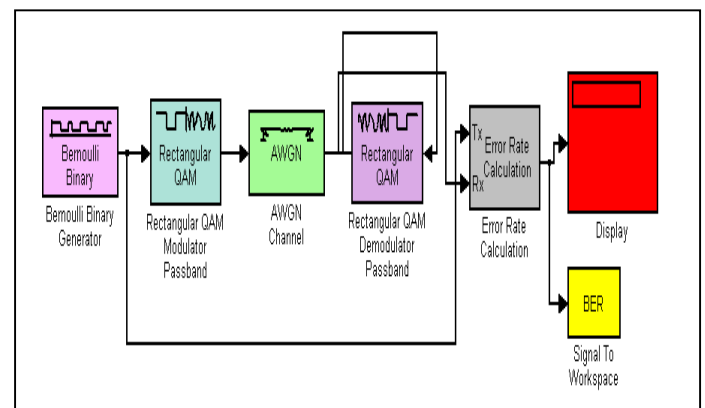
### Algorithma Pengenalan Pola



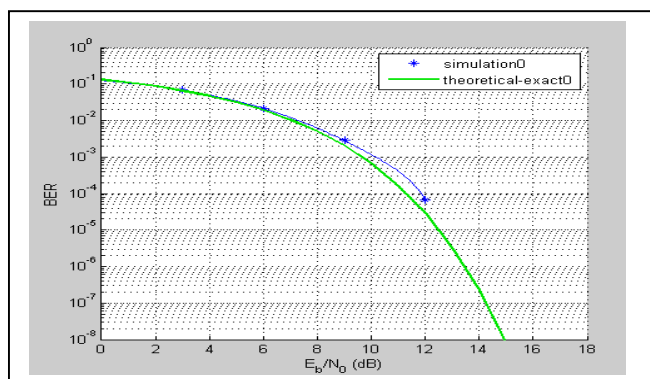
Gambar 5. Diagram Alir Pengembangan Perangkat Lunak untuk Menganalisis Kinerja dari *Physical Layer* pada Sistem *Worldwide Interoperability for Microwave Access*

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

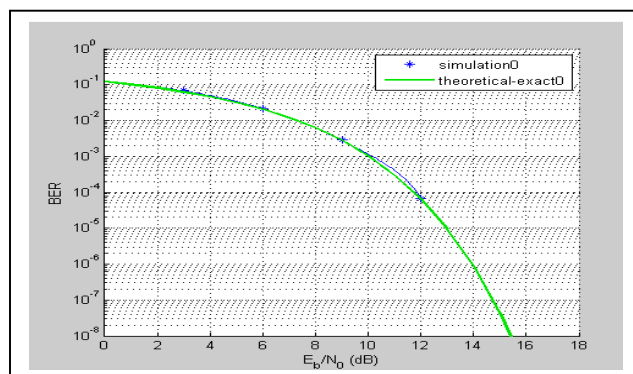
Hasil percobaan akan menggunakan model simulink untuk disain BPSK. Model disimulasikan dan BER dengan SNR akan di plot dalam bentuk grafik. Pada gambar 2, menunjukkan hasil simulasi untuk BPSK. Selanjutnya pada gambar 3, menunjukkan simulasi untuk BPSK. Gambar 2 dan gambar 3 menunjukkan hasil model simulink untuk model QAM dan QPSK. Bila  $M = 16$  kemudian di supports ke 16 QAM dan bila  $M = 64$  selanjutnya di support 16 QAM dan  $M = 64$ , bila di supports 64 QAM. Untuk lebih jelasnya akan diperlihatkan pada gambar dibawah model simulinknya.



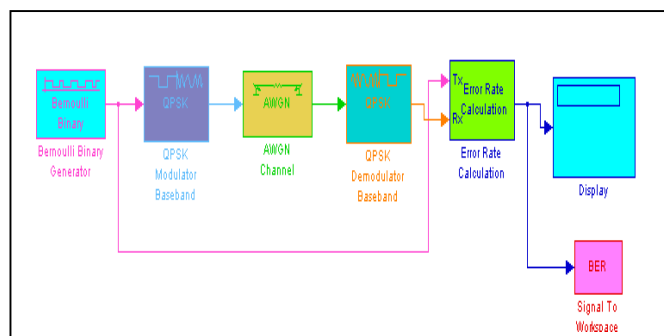
Gambar 6. Simulink model QAM



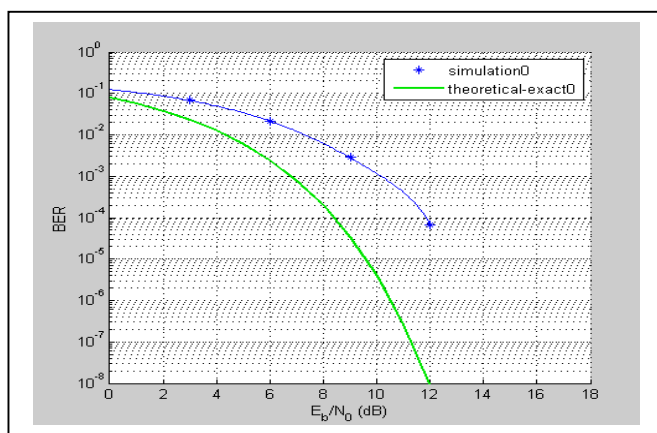
Gambar 7. Hasil Simulasi dari model QAM



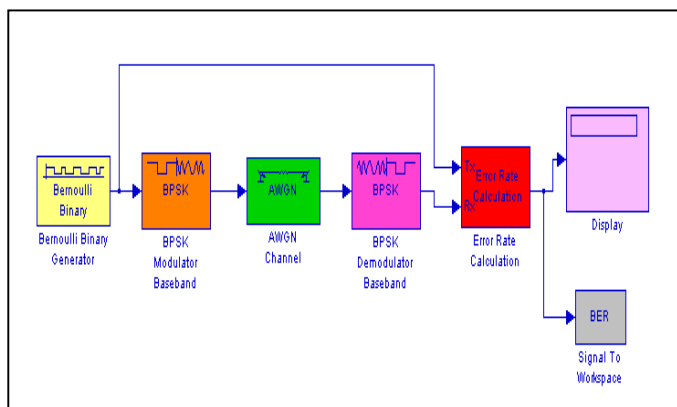
Gambar 11. Hasil Simulasi dari Model BPSK



Gambar 8. Simulasi Model QPSK



Gambar 9. Hasil Simulasi Model QPSK



Gambar 10. Simulink Model BPSK

## V. KESIMPULAN

Dalam paper ini menjelaskan analisis kinerja lapisan fisik sistem WiMAX menggunakan simulink dilakukan. Pertama, BER untuk teknik modulasi adaptif yang berbeda dievaluasi pada kanal AWGN. Kemudian kinerja dievaluasi menggunakan model simulink. Hal ini diamati bahwa untuk nilai tertentu nilai error rate SNR bit untuk BPSK / QPSK lebih rendah dari 16QAM dan 64QAM. Jadi 64QAM memiliki nilai SNR tertinggi.

## REFERENSI

- [1] Mai Tran, George Zaggoulos, Andrew Nix and Angela Doufexi, "Mobile WiMAX: Performance Analysis And Comparison with Experimental Results", in proceeding 68<sup>th</sup> IEEE Vehicular Technology Conference, 21-24 September, 2008
- [2] Jeffery G. Andrews, Arunabha Ghosh, Rias Muhamed, "Fundamentals of WiMAX: Understanding Broadband Wireless Networking", Prentice Hall, 2007.
- [3] Theodore.S.Rappaport, "Wireless Communications: Principles & Practice", 2<sup>nd</sup> ed., Prentice Hall, 2001.
- [4] Kobayashi, H. Fukuhara, Hao Yuan, Takeuchi Y," Proposal of single carrier OFDM technique with adaptive modulation technique", in proc. IEEE conference on Vehicular technology, 2003.
- [5] J.El-Najjar, B.Jaumard, C.Assi, "Minimizing Inter-ferece in WiMAX/802.16 based networks with Centralized scheduling", in proc. Global Telecommunications Conference, pp 1-6,2008.
- [6] IEEE standard 802.16-2005, IEEE standard for Local and Metropolitan Area Networks-Part16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband wireless Access system, Feb 2006.
- [7] IEEE 802.16 WG,"IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems" IEEE std 802.16-2004 p.1 - p.857
- [8] IEEE 802.16WG,"IEEE standard for local and metropolitan area networks part 16: Air interface for fixed and mobile broadband wireless access systems, Amendment 2," IEEE 802.16 Standard, December 2005.