

## Worldwide Interoperability for Microwave Acces (WiMAX)

### ABSTRAK

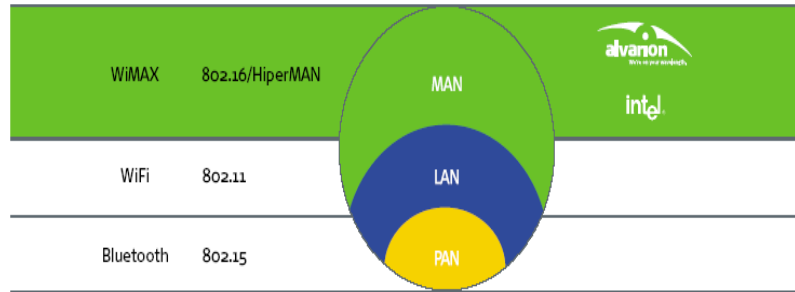
Teknologi WiMAX saat ini tergolong masih baru dan merupakan salah satu teknologi *broadband wireless connection* yang saat ini banyak operator di Indonesia mulai tertarik untuk mengimplementasikan. WiMAX yang mengacu pada standart 802.16 dikembangkan oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, yang disebut *WirelessMAN<sup>TM</sup>*, memberikan perspektif baru dalam mengakses *internet* dengan kecepatan tinggi tanpa tergantung pada jaringan kabel. Pada tahun 2002 terbentuk forum *Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)* yang mengacu pada standar 802.16 dan bertugas menginterkoneksi berbagai standar teknis yang bersifat global menjadi satu kesatuan. Teknologi *WiMAX* lebih murah dibandingkan dengan teknologi *broadband* lain seperti *digital subscriber line (DSL)* atau kabel *modem*.

Standar *IEEE 802.16* memberikan kemudahan dalam akses *internet* untuk *area metropolitan* dengan hanya mendirikan beberapa *base station (BS)* yang dapat meng-coverage jutaan *subscriber (SS)*. Teknologi *WiMAX* merupakan solusi untuk kota atau daerah pedesaan yang belum berkembang dalam penyediaan akses *internet*.

**Kata Kunci :** *IEEE 802.16 / WirelessMAN<sup>TM</sup> / (WiMAX), wireless, security, broadband, subscriber station (SS) dan base station (BS)*

## A. Pengertian WiMAX

*Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX)* merupakan teknologi komunikasi data nirkabel tingkat lanjut yang dikembangkan untuk meningkatkan kinerja dan kapasitas serta jangkauan layanan. *WiMAX* dan *WiFi* dibedakan berdasarkan standar teknik yang bergabung didalamnya. *WiFi* menggabungkan standar *IEEE 802.11* dengan *ETSI HiperLAN* yang merupakan standar teknis yang cocok untuk keperluan *WLAN*, sedangkan *WiMAX* merupakan penggabungan antara standar *IEEE 802.16* dengan *ETSI HiperMAN*. Standar keluaran *IEEE* banyak digunakan secara luas di daerah asalnya, yaitu Eropa dan sekitarnya. Untuk dapat membuat teknologi ini digunakan secara global, maka diciptakan *WiMAX*. Standar global yang dipakai di dunia dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1 Standar-standar dengan spesifikasi yang mendukung komunikasi sampai tingkat MAN disatukan dengan standar WiMAX

Pada masa mendatang, segala sesuatu yang berhubungan dengan teknologi *wireless* kemungkinan akan diberi sertifikasi *WiMAX*. Standar *WiMAX* dibentuk oleh gabungan-gabungan industri perangkat *wireless* dan *chip-chip* komputer diseluruh dunia. Perusahaan besar ini bergabung dalam suatu forum kerja yang merumuskan standar interkoneksi antar teknologi *broadband wireless access (BWA)* yang mereka miliki pada produk-produknya.

## B. Standar IEEE 802.16 (WiMAX)

Dengan *tower* yang dipasang dipusat akses *internet (hot spot)* di tengah kota *metropolitan*, seorang pemakai *laptop*, komputer, *handphone*, hingga *personal digital assistant (PDA)*, dengan *wireless card* bisa koneksi dengan *internet*, bahkan sampai ke pedesaan yang masih dalam cakupan *area* 50 kilometer. Hal ini dapat terjadi karena teknologi *WiMAX* yang menggunakan standar baru *IEEE 802.16*. Saat ini *WiFi* menggunakan standar komunikasi *IEEE 802.11*. Yang paling banyak dipakai adalah *IEEE 802.11b* dengan kecepatan 11 Mbps, hanya mencapai cakupan area tidak lebih dari ratusan meter saja. *WiMAX* merupakan saluran komunikasi radio

yang memungkinkan terjadinya jalur *internet* dua arah dari jarak puluhan kilometer. Dengan memanfaatkan gelombang radio, teknologi ini bisa dipakai dengan frekuensi berbeda, sesuai dengan kondisi dan peraturan pemakaian frekuensi di Negara pengguna.

Pada awalnya *standard IEEE 802.16* beroperasi ada frekuensi 10-66 GHz dan memerlukan *tower line of sight*, tetapi pengembangan *IEEE 802.16a* yang disahkan pada bulan Maret 2004, menggunakan frekuensi yang lebih rendah yaitu sebesar 2-11 GHz, sehingga mudah diatur, dan tidak memerlukan *line-of-sight*. Cakupan area bisa mencapai sekitar 50 km dengan kecepatan *transfer* data sebesar 70 Mbps.

*Intel* akan mulai memasang antena luar ruangan *WiMAX* sebagai tahap pengembangan *WiFi*. Teknologi *WiFi* dan *WiMAX* akan saling melengkapi. *WiFi* untuk jangkauan jarak dekat di seputar kampus atau kantor sedangkan *WiMAX* untuk memfasilitasi sebuah kota dengan akses *wireless internet*. Pada akhirnya, diperkirakan hampir semua *laptop*, *PDA*, dan piranti *information and communication technology (ICT)* lainnya akan *compatible* dengan fitur *WiFi* dan *WiMAX*.

### C. Keuntungan *WiMAX*

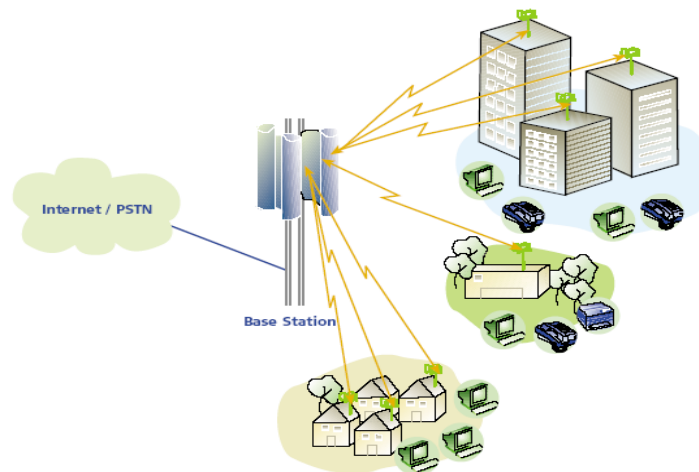
Ada beberapa keuntungan dengan adanya *WiMAX*, jika dibandingkan dengan *WiFi* antara lain sebagai berikut

1. Para produsen mikroelektronik akan mendapatkan lahan baru untuk dikerjakan, dengan membuat *chip-chip* yang lebih *general* yang dapat dipakai oleh banyak produsen perangkat *wireless* untuk membuat *BWA*-nya. Para produsen perangkat *wireless* tidak perlu mengembangkan solusi *end-to-end* bagi penggunaannya, karena sudah tersedia standar yang jelas.
2. Operator telekomunikasi dapat menghemat investasi perangkat, karena kemampuan *WiMAX* dapat melayani pelanggannya dengan area yang lebih luas dan dengan kompatibilitas yang lebih tinggi.
3. Pengguna akhir akan mendapatkan banyak pilihan dalam ber-*internet*. *WiMAX* merupakan salah satu teknologi yang dapat memudahkan kita untuk koneksi dengan *internet* secara mudah dan berkualitas.
4. Memiliki banyak fitur yang selama ini belum ada pada teknologi *WiFi* dengan standar *IEEE 802.11*. Standar *IEEE 802.16* digabungkan dengan *ETSI HiperMAN*, maka dapat melayani pangsa pasar yang lebih luas.
5. Dari segi jangkauannya bisa mencapai 50 kilometer maksimal, *WiMAX* sudah memberikan kontribusi yang sangat besar bagi keberadaan *wireless MAN*. Kemampuan untuk menghantarkan data dengan *transfer rate* yang tinggi dalam jarak jauh dan akan menutup semua celah *broadband* yang tidak dapat terjangkau oleh teknologi kabel dan *digital subscriber line (DSL)*.
6. Dapat melayani para *subscriber*, baik yang berada pada posisi *line of sight*

(LOS) maupun yang memungkinkan untuk tidak *line of sight* (NLOS).

WiMAX tidak hanya dapat melayani para pengguna dengan *antenna* tetap saja misalnya pada gedung-gedung diperkantoran, rumah tinggal dan sebagainya. Bagi para pengguna *antenna indoor*, *notebook*, *PDA*, *PC* yang sering berpindah tempat dan banyak lagi perangkat *mobile* lainnya yang telah kompatibel dengan standar-standar yang dimiliki WiMAX.

Perangkat WiMAX juga mempunyai ukuran kanal yang bersifat fleksibel, sehingga sebuah *BTS* dapat melayani lebih banyak pengguna dengan *range* spektrum frekuensi yang berbeda-beda. Dengan ukuran kanal spektrum yang dapat bervariasi ini, sebuah perangkat *BTS* dapat lebih fleksibel dalam melayani pengguna. *Range* spektrum teknologi WiMAX termasuk lebar, dengan didukung dengan pengaturan kanal yang fleksibel, maka para pengguna tetap dapat terkoneksi dengan *BTS* selama mereka berada dalam *range* operasi dari *BTS*. Sistem kerja *media access control* pada *data link layer* yang *connection oriented* memungkinkan digunakan untuk komunikasi *video* dan suara.



Gambar 2 Sebuah *BTS* WiMAX dapat digunakan sebagai *backhaul* untuk titik-titik *hotspot*

Seperti sama dengan standar *IEEE 802.11* yang dibuat khusus untuk mengatur komunikasi lewat media *wireless*. WiMAX mempunyai tingkat kecepatan *transfer* data yang lebih tinggi dengan jarak yang lebih jauh, sehingga kualitas layanan dengan menggunakan komunikasi ini dapat digolongkan ke dalam kelas *broadband*. Standar ini sering disebut *air interface for fixed broadband wireless access system* atau *interface* udara untuk koneksi *broadband*.

Versi awal dari standar 802.16 ini dikeluarkan oleh *IEEE* pada tahun 2002. Pada versi awalnya, perangkat 802.16 beroperasi dalam lebar frekuensi 1066 GHz

dengan jalur komunikasi antar perangkatnya secara *line of sight (LOS)*. *Bandwidth* yang diberikan oleh teknologi ini sebesar 32-134 Mbps dalam *area coverage* maksimal 5 kilometer. Kapasitasnya dirancang mampu menampung ratusan pengguna setiap satu *BTS*. Dengan kemampuan semacam ini teknologi perangkat yang menggunakan standar 802.16 cocok digunakan sebagai penyedia koneksi *broadband* melalui *media wireless*. Perbedaan teknis antara *IEEE 802.11* dengan *IEEE 802.16* dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1 Perbedaan teknologi IEEE 802.11 dengan IEEE 802.16 [4]

	IEEE 802.11	IEEE 802.16	Perbedaan Teknis
<b>Jarak</b>	Dibawah 9 Km	Hingga 50 Km	Teknik 256 <i>FFT</i> sistem <i>signalingnya</i> menciptakan fitur ini.
<b>Coverage</b>	Optimal jika bekerja di dalam ruangan	Dirancang untuk penggunaan diluar ruangan dengan kondisi <i>NLOS</i>	IEEE 802.16 memiliki sistem gain yang lebih tinggi, mengakibatkan sinyal lebih kebal terhadap halangan dalam jarak yang lebih jauh.
<b>Skalabilitas</b>	Skala penggunaannya hanya dalam tingkat <i>LAN</i> . Ukuran frek. kanalnya dibuat <i>fix</i> (20 MHz)	Dibuat utk sampai 100 pengguna. Ukuran frek. kanal dapat bervariasi dari 1,5 sampai dengan 20 MHz.	Sistim <i>TDMA</i> dan pengaturan <i>slot</i> komunikasi, sehingga semua frekuensi yg termasuk dalam <i>range</i> IEEE 802.16 dapat dipakai serta jumlah pengguna dapat bertambah.
<b>Bit Rate</b>	2,7 bps/Hz hingga 54Mbps dalam kanal 20 MHz	5 bps/Hz hingga 100 Mbps dalam kanal 20 MHz.	Teknik modulasi yang lebih canggih disertai koreksi <i>error</i> yang lebih fleksibel, sehingga penggunaan frekuensi kanal lebih <i>efisien</i> .
<b>QoS</b>	Tidak mendukung <i>QoS</i>	<i>QoS</i> dibuat dalam <i>layer MAC</i>	Adanya pengaturan secara otomatis terhadap slot-slot <i>TDMA</i> , sehingga dimanfaatkan untuk pengaturan <i>QoS</i> .

#### D. Varian-Varian IEEE 802.16

Varian-varian *WiMAX* dimaksudkan untuk mengembangkan kinerja dan

kemampuan dari teknologi yang digunakannya, agar menjadi lebih hebat dan dapat meluas penggunaannya. Untuk mengembangkan jangkauan dan daya jualnya, maka standar *IEEE* 802.16 direvisi menjadi *IEEE* 802.16a. Standar teknis *IEEE* 802.16a inilah yang banyak digunakan oleh perangkat-perangkat dengan sertifikasi *WiMAX*.

Selain *IEEE* 802.16a, varian lainnya adalah *IEEE* 802.16b yang banyak menekankan segala keperluan dan permasalahan dengan *QoS*, *IEEE* 802.16c banyak menekankan pada *interoperability* dengan protokol-protokol lain, *IEEE* 802.16d merupakan revisi dari *IEEE* 802.16c ditambah dengan kemampuan untuk *access point*, serta *IEEE* 802.16e menekankan pada masalah mobilitas. Varian-varian standar *IEEE* 802.16 dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut ini.

Tabel 2 Varian-varian standar *IEEE* 802.16

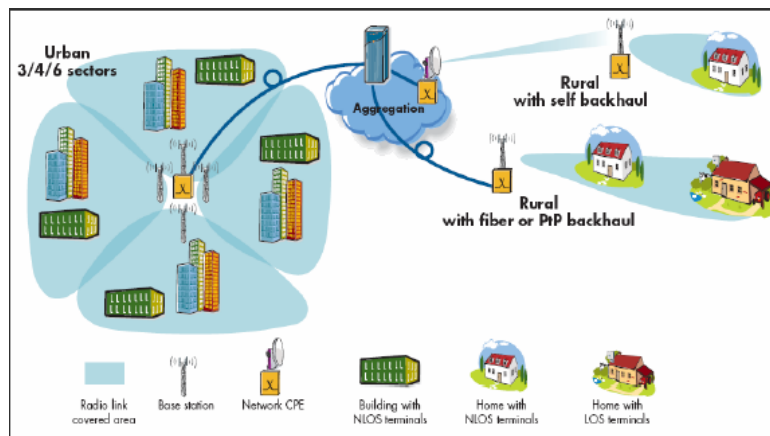
	<b>IEEE 802.16</b>	<b>IEEE 802.16a</b>	<b>IEEE 802.16e</b>
<b>Terstandarisasi</b>	Januari 2002	Januari 2003 ( <i>IEEE</i> 802.16a)	Estimasi pertengahan 2004
<b>Spektrum</b>	10 – 66 GHz	2 – 11 GHz	< 6 GHz
<b>Kondisi Kanal</b>	<i>Line Of Sight</i>	<i>Non Line Of Sight</i>	<i>Non Line Of Sight</i>
<b>Bit Rate</b>	32 sampai 134 Mbps menggunakan frekuensi kanal 28 MHz	Hingga 70 Mbps menggunakan frekuensi kanal 20 Mhz	Hingga 15 Mbps menggunakan frekuensi kanal 5 MHz
<b>Modulasi</b>	<i>QPSK</i> , 16 QAM dan 64 QAM	<i>OFDM</i> 256 sub-carrier, <i>QPSK</i> , 16QAM, 64 QAM	<i>OFDM</i> 256 sub-carrier, <i>QPSK</i> , 16 QAM, 64 QAM
<b>Mobilitas</b>	Perangkat <i>wireless</i> tetap	Perangkat <i>wireless</i> tetap dan portabel	<i>Nomadic Mobility</i>
<b>Frekuensi Per Kanal</b>	20, 25 dan 28 MHz	Mulai dari 1,5 hingga 20 MHz	Mulai dari 1,5 hingga 20 MHz
<b>Radius Per Cell</b>	2 sampai 5 Km	7 – 10 Km dengan kemampuan maks. hingga 50 Km	2 – 5 Km

Perubahan yang sangat signifikan pada standar 802.16 untuk membentuk varian terletak pada lebar frekuensi operasinya. Standar 802.16 beroperasi pada

range 10-66 GHz, sedangkan 802.16a menggunakan frekuensi yang lebih rendah, yaitu 2-11 GHz, sehingga memungkinkan komunikasi *non line of sight (NLOS)*. Perbedaan ini dimaksudkan untuk mendukung komunikasi dalam kondisi *line of sight (LOS)*, dan *non line of sight (NLOS)*. Dengan adanya sistem *NLOS*, keterbatasan yang ada pada *WiFi* dapat dikurangi.

Kelemahan dari komunikasi dengan frekuensi rendah ini adalah semakin kecil kapasitas *bandwidth* dari koneksi yang dilakukannya. Ukuran kanal-kanal frekuensi yang fleksibel dengan *range* yang lebar, merupakan keunggulan dari 802.16a. Aplikasi standar *WiMAX* untuk berbagai keperluan ditunjukkan pada Gambar 1.2.

Beberapa topologi dan pilihan *backhauling* telah didukung oleh teknologi *WiMAX*, antara lain saluran kabel *backhauling (typically over Ethernet)*, dan koneksi *point to point*. Pada Gambar 1.4 di bawah ini terlihat empat buah *base station (BS)* meng-coverage 4 sektor/kawasan, sebuah *repeater* sebagai pengumpulan (*aggregation*) sinyal yang akan dikirimkan ke wilayah pedesaan (*rural area*). Komunikasi antar *base station (BS)* dapat menggunakan *wireless* maupun *optical fiber*.



Gambar 3 Topologi WiMAX dalam area perkotaan dan pedesaan

Selain perubahan frekuensi operasi, pada *layer physical* dari standar *IEEE 802.16a* ditambahkan tiga spesifikasi baru untuk mendukung fitur *NLOS*-nya ini, yaitu *single carrier PHY*, *256 FFT OFDM PHY* dan *2048 FFT OFDM PHY*. Format sinyaling *OFDM* dipilih dalam standar ini dimaksudkan agar teknologi ini dapat bersaing dengan *competitor* utamanya yaitu teknologi *CDMA*, yang juga bekerja dalam sistem *NLOS*. Fitur-fitur lain yang ada pada standar *IEEE 802.16a* adalah sebagai berikut.

1. Untuk menghantarkan jaringan komunikasi yang berkualitas dengan jangkauan yang luas adalah lebar kanal frekuensi yang fleksibel.
2. *Burst profile* yang dapat beradaptasi (fasilitas *burst* adalah ciri khas dari teknologi *broadband*).
3. *Forwarding error correction (FEC)* untuk mengoreksi jika terjadi kesalahan.
4. *Advanced antenna system* untuk meningkatkan wilayah jangkauan.
5. Kapasitas dan kekebalan terhadap interferensi dari sinyal lain.
6. *Dynamic frequency selection (DFS)*, pemilihan frekuensi kanal secara dinamis dan juga berfungsi untuk mengurangi interferensi.
7. *Space time coding (STC)* yang akan meningkatkan *performance* dalam *area* batas pinggir dari sinyal yang dipancarkan oleh sebuah *base station (BS)*.

Tabel 3 Fitur-fitur *physical layer* teknologi *IEEE 802.16 WiMAX*

No	Fitur	Keuntungan
1	Menggunakan sistem sinyaling <i>256 point FFT OFDM</i> .	Mendukung sistem <i>multipath</i> untuk memungkinkan diaplikasikan pada area terbuka ( <i>outdoor</i> ) dengan kondisi LOS dan NLOS.
2	Ukuran kanal frekuensi yang fleksibel (misalnya 3,5 MHz, 5 MHz, 19 MHz)	Menyediakan fleksibilitas yang memungkinkan komunikasi beroperasi menggunakan kanal-kanal frekuensi yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan.
3	Didesain untuk dapat mendukung sistem <i>smart antenna</i>	Dengan menggunakan <i>smart antenna</i> yang lebih nyaman digunakan sehari-hari, interferensi dapat ditekan dan <i>gain</i> dapat ditingkatkan.
4	Mendukung <i>TDD</i> dan <i>FDD Duplexing</i>	Menangani masalah bervariasinya regulasi regulasi diseluruh dunia.
5	Sistem modulasi yang fleksibel dengan sistem <i>error correction</i> yang bervariasi setiap <i>RF burst</i>	Memungkinkan terjalinnya koneksi yang <i>reliable</i> , memberikan <i>transfer rate</i> yang maksimal kepada setiap <i>subscriber</i> yang terkoneksi dengannya.

*Layer media access control (MAC)* dari standar *IEEE 802.16* ini didesain untuk dapat membawa dan mengakomodasi segala macam protokol di atasnya, seperti *ATM*, *Ethernet* atau *internet protokol (IP)*. Fitur-fitur *media access control layer* ditunjukkan pada Tabel 1.4 berikut ini.

Tabel 4 Fitur-fitur *MAC layer* teknologi *IEEE 802.16 WiMAX*



No	Fitur	Keuntungan
1	<i>Connection oriented</i>	Proses <i>routing</i> dan paket <i>forwarding</i> yang lebih <i>reliable</i> .
2	<i>Automatic retransmisi request (ARQ)</i>	Meningkatkan <i>performance end to end</i> dengan menyembunyikan <i>error</i> pada <i>layer RF</i> yang dibawa dari <i>layer</i> di atasnya.
3	<i>Automatic power control</i>	Memungkinkan pembuatan topologi <i>celluler</i> dengan <i>power</i> yang dapat terkontrol secara otomatis.
4	<i>Security dan encryption</i>	Melindungi privasi dari para <i>subscriber</i>
5	Mendukung sistem modulasi <i>adaptive</i>	Memungkinkan <i>data rate</i> yang lebih tinggi
6	<i>Scalability</i> yang tinggi hingga mendukung 100 <i>subscriber</i>	Biaya penggunaan yang sangat efektif, karena mampu menampung pengguna dalam jumlah yang besar.
7	Mendukung sistem <i>quality of service (QoS)</i>	Dapat memberikan <i>latency</i> rendah pada aplikasi-aplikasi <i>delay sensitive</i> , seperti <i>VoIP</i> dan <i>streaming video</i> .

#### DAFTAR PUSTAKA

\_\_\_\_\_, *IEEE 802.16\* and WiMAX, Broadband Wireless Access for Everyone*, [http://www.intel.com/ebusiness/pdf/intel/80216\\_wimax.pdf](http://www.intel.com/ebusiness/pdf/intel/80216_wimax.pdf),

\_\_\_\_\_, *Certicom Security for 802.16 / WiMAX Integrating Security for Ultra Wideband Equipment*, [http://www.certicom.com/download/aid-285/certicom\\_WiMAXappnote.pdf](http://www.certicom.com/download/aid-285/certicom_WiMAXappnote.pdf)

Rahardjo, B, *Keamanan Sistem Informasi Berbasis Internet*, PT Insan Komunikasi Indonesia, Bandung, 2001.

Stalling, W, *Network and Internet Security*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, New York, 1995.

Trulove James, *Build Your Own Wireless*, McGraw-Hill, New York, 2005.

John Jim, *Wireless Broadband for the World*, <http://www.intel.com/netcomms/columns/jimj105.htm>