

## BAB II

### *INTERNET, BROADBAND WIRELESS ACCESS DAN WIMAX*

#### 2.1 INTERNET

Salah satu kemajuan teknologi informasi yang saat ini telah merubah cara pandang dan hidup manusia, proses bisnis dan strategi suatu institusi bisnis adalah *Internet*. *Internet* adalah sebuah jaringan yang sangat besar yang mengkonesikan komputer dan server diseluruh dunia dalam satu jaringan yang terpusat. Dengan *Internet* kita dapat mengakses data dan informasi kapan saja dan dimana saja. Dengan *internet* dapat membuat bias jarak, ruang dan waktu yang merupakan suatu jaringan komunikasi tanpa batas yang melibatkan jutaan komputer yang tersebar diseluruh dunia. Dengan *Internet* saat ini telah merubah cara pandang, pola hidup dan kebiasaan manusia selama ini maka munculah istilah seperti *broadband*, *mobile communications*, *tellecomutters*, dan lain-lain. Ada beberapa alasan mengapa *Internet* sangat cepat perkembangannya yang melebihi perkembangan teknologi lainnya seperti perkembangan radio, televisi, dan *handphone*, yaitu [20]:

1. Tidak tergantung pada suatu teknologi dan bersifat *cross platform*, dengan *internet* maka suatu perangkat / sistem tidak tergantung pada sistem operasi yang digunakan dan cenderung bisa terkoneksi dengan banyak sistem dengan bahasa pemrograman yang berbeda-beda. Contohnya kita dapat terkoneksi ke suatu sistem atau mengakses suatu informasi di *Internet* walaupun menggunakan sistem operasi yang berbeda (*Windows*, *Linux*, *FreeBsd*, dll). Ditambah perkembangan saat ini banyak aplikasi / konten yang dibuat dengan berbasis *web* (*web based*).
2. Biaya yang dibutuhkan relatif murah, dengan terkoneksi *Internet* untuk mendapatkan informasi (kabar, berita, data, gambar, *software*, dll) dapat dilakukan dengan cepat dan dengan biaya yang murah, contohnya kita dapat membaca dan mengirim *e-mail*, membaca informasi terkini dari sebuah portal berita, *mendownload software trial* atau gratis dari sebuah situs yang

menyediakannya, mencari data dokumen yang dibutuhkan, dapat dengan mudah dan cepat melakukan perbandingan harga dan kualitas barang yang akan kita beli, dan sebagainya.

3. Teknologi protokol yang semakin berkembang, protocol adalah suatu set aturan yang dapat dimengerti oleh si pengirim dan si penerima tanpa memperhatikan media komunikasinya, media transmisinya dan cara melakukannya. Protokol juga dapat kita bayangkan seperti bahasa yang dapat dimengerti oleh kita dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Sampai saat ini ada banyak standar protokol yang digunakan oleh vendor-vendor TI. Trend saat ini adalah ke *IP Based* (berbasis pada *Internet Protocol*) dengan munculnya standar dan teknologi terbaru seperti *VoIP*, *Teleconferences*, konvergensi jaringan telekomunikasi radio gengam ke jaringan *VoIP*, dan sebagainya.
4. Aplikasi / konten yang semakin beragam, perkembangan saat ini cenderung makin banyaknya aplikasi komputer dan perangkat mobile yang beragam, contohnya dari aplikasi yang sederhana yang berbasis *web* sampai dengan aplikasi di *gadget mobile*. Aplikasi- aplikasi ini berjalan diserver yang terkoneksi ke *Internet* agar dapat diakses oleh *user* / institusi bisnis. Contoh: kontrol *smart home* yang berbasis *web* untuk melakukan memantau sistem pengendalian rumah dari *Internet*, sistem informasi akademik *online* yang dikoneksikan ke sistem SMS, dan lain-lain.
5. Mengakses informasi kapan saja dimana saja, mobilitas adalah salah satu kebutuhan manusia saat ini, banyak orang yang menginginkan dapat mencari informasi dan mengakses data dimana saja dan kapan saja dengan lebih mudah dan cepat, *web* adalah salah satu cara mendapatkan informasi dengan cepat dan murah dan dengan *internet* data dapat diambil dimana saja walaupun berada jauh diluar server. Maka munculah istilah *mobile communications* yang memungkinkan pengguna bisnis untuk bisa terkoneksi dimana saja dan kapan saja dengan menggunakan perangkat *gadget* dan *smartphone*, istilah *VPN (Virtual Private Network)* yang memungkinkan pengguna dapat terkoneksi ke sistem dan database perusahaan dimana saja asal terkoneksi ke *Internet*.

Kalau kita bicara *Internet* ada banyak sekali sumber daya yang dapat dimanfaatkan di *Internet* baik berupa konten, aplikasi atau suatu sistem. diantaranya adalah *E-Mail*, *newgroups*, *chating*, *phone call*, *Internet telephony (VOIP)*, *real player streaming*, *internet radio broadcasting*, *streaming video*, *video conferencing*, dan sebagainya.

### ***Internet & ISP Fundamental***

Untuk dapat terkoneksi ke *Internet* kita harus terkoneksi ke ISP (*Internet Service Provider*) atau penyedia layanan *Internet* seperti : ASTInet, DTP, IM2, CBN, Lintas Arta, VIPnet, Elnusnet, dan lain-lain, ada banyak penyedia jasa *internet* di Indonesia.

Kalau kita bicara *Internet* maka kita akan membicarakan Amerika dan Eropa karena memang pusat dari koneksi *Internet* adalah Amerika Serikat. Contohnya saja penyedia layanan dan server yang kita akses banyak berada di sana. Benar kalau banyak para ahli dan pakar *Internet* bilang bahwa 80 % koneksi mengarah ke Amerika, bayangkan saja server seperti *Yahoo!*, *Friendster*, *CNN*, *Google*, *Amazon*, *e-bay*. dan lain-lain adalah urutan *web* yang sering diakses oleh pengguna dari seluruh dunia, hal ini juga dimungkinkan karena sejarah perkembangan *Internet* berasal dari sana dan juga jaringan *provider* besar seperti *UUnet & AT&T* yang hampir menguasai 80% infrastruktur telco di Amerika.

ISP akan terkoneksi ke *backbone NAP (Network Access Provider)*, ada beberapa *NAP* yang sering digunakan *ISP* di Indonesia untuk terkoneksi ke jaringan *Backbone Internet* Dunia. *Backbone NAP* inilah yang terkoneksi ke *NAP/Provider* telco lain diseluruh dunia yang membentuk *peering* (interkoneksi jaringan) jaringan yang besar. Ada beberapa *NAP* yang biasa digunakan *ISP* seperti *INDOSAT (INP)*, *XL*, *Telkom (ASTInet)*, dan ada beberapa *NAP* lain.

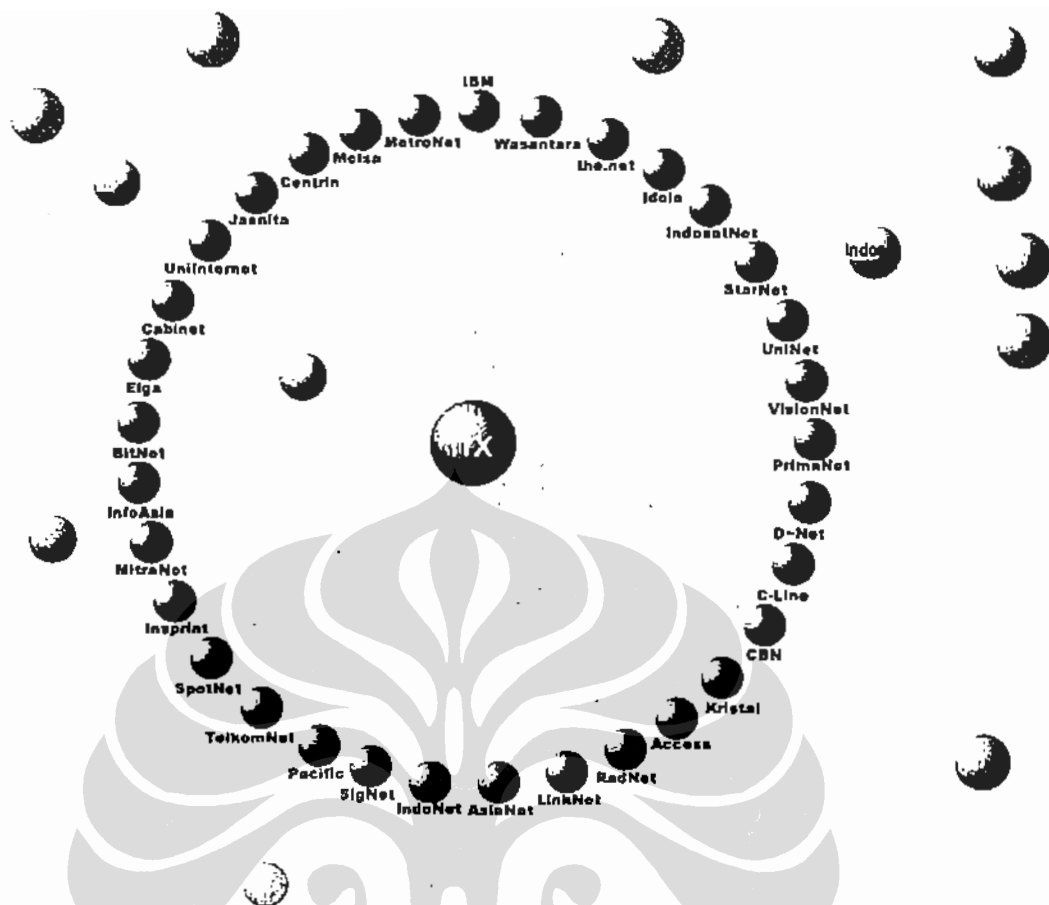
### ***Mengenal IIX (Indonesia Internet Exchange)***

*IIX* atau *Indonesia Internet Exchange* adalah sebuah kumpulan node koneksi dari seluruh *ISP* dan *NAP* yang ada di Indonesia membentuk jaringan komputer yang terpusat . pusat interkoneksi ini berada di gedung *Cyber* jalan Kuningan barat

Jakarta. Jadi dengan terkoneksi ke IIX maka paket data yang akan menuju ke server-server atau layanan yang berada di Indonesia akan langsung dilewatkan ke jaringan lokal ini tanpa harus melewati *routing* (pengaliran) ke *backbone* internasional yang tidak memerlukan *bandwidth* ke internasional. Untuk interkoneksi IIX, ada beberapa issue utama mengapa kita sebaiknya terinterkoneksi ke IIX:

- Merupakan jalur yang relatif lebih murah dibandingkan dengan menggunakan tulang punggung (*backbone*) jaringan *internet* di negara lain, jadi artinya kita tidak membutuhkan *bandwidth* internasional pada saat terkoneksi ke server / layanan yang berada di dalam negeri yang berakibat semakin pendeknya *routing* (pengaliran) paket data.
- Merupakan jalur alternatif bagi sebuah ISP di Indonesia apabila jalur koneksi ke *internet* yang dimilikinya (langsung ke luar negeri) mengalami masalah. Jadi apabila koneksi ISP yang digunakan saat ini terjadi masalah (*down* / *RTO*) maka akses ke server atau situs yang ada di IIX tidak akan mengalami masalah. Ada beberapa ISP di Indonesia yang memisahkan *bandwidth* IIX ini dengan Internasionalnya yang biasanya menggunakan perangkat dan konfigurasi khusus disisi ISP tersebut.
- Lebar pita (*bandwidth*) yang tinggi antar ISP di Indonesia akan memberikan insentif bagi penyedia informasi (*content provider*) menempatkan servernya di Indonesia (misalnya server *Games*, *Co-Location*, *VoIP*, *Hosting*, dll).
- Biaya relatif lebih murah, dikarenakan hanya memerlukan interkoneksi ke Gedung *Cyber* Jakarta. Biasanya ISP yang menyediakan koneksi khusus IIX akan menggunakan *Leased Channel* untuk terkoneksi ke *core* IIX ini.

APJII saat ini mengoperasikan *node* IIX kedua, bekerjasama dengan IDC Indonesia (*Internet Data Center Indonesia*) yang baru diluncurkan. *Carriers*, ISP dan portal-portal merelokasi NOC mereka ke IDC sehingga *node* kedua IIX berada di pusat IDC Indonesia. Dengan konfigurasi ini maka setiap ISP akan dapat terhubung ke IIX melalui Ethernet 10 Mbps, 100 Mbps atau Gigabit dan tidak terbatas pada sirkuit *lease* 2 Mbps [19].



Gambar 2.1 Topologi Jaringan IIX (*Indonesia Internet Exchange*) saat ini. [19]

## 2.2. WIRELESS DATA KECEPATAN TINGGI

Jaringan yang akan dibahas pada tesis ini adalah jaringan *Broadband Wireless Access* (BWA) yang dikategorikan sebagai *fixed wireless*, memiliki topologi *Point to Multi Point* (PMP), berbasis standar, dan mampu mengalirkan data dengan kecepatan tinggi (*broadband*). Keterbatasan utama sistem *wireless* pada penyediaan spektrum frekuensi membawa perkembangan selanjutnya pada platform teknologi yang mengarah pada efektivitas penggunaan spektrum ini, bahkan sudah mulai dipikirkan alternatif-alternatif pita frekuensi yang dianggap sudah tidak produktif. Perkembangan lainnya adalah kecenderungan penggunaan bersama suatu pita frekuensi (*spectrum sharing*), *unlicensed*, dan standarisasi perangkat. BWA standar yang saat ini umum diterima dan secara luas digunakan adalah standar yang dikeluarkan oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE)*, seperti standar 802.15 untuk PAN, 802.11 untuk jaringan WiFi, dan 802.16 untuk jaringan Wimax. Umumnya masing-masing standar

tersebut terus dikembangkan dengan varian-varian yang memiliki keunggulan pada penggunaan-penggunaan atau konsisi tertentu. Standar 802.11 memiliki varian populer 802.11a, b, dan g. Standar 802.16 memiliki perkembangan varian 802.16a, 802.16 rev.d -2004, dan 802.16e untuk *mobile*[14].

Pada jaringan seluler, telah dikembangkan juga untuk dapat mengalirkan data yang *overlay* dengan *voice network* seperti *General Packet Radio System (GPRS)*, *Enhance Data Rate for Global Evolution (EDGE)*, *Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)*, dan *High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)*. Masing-masing evolusi pada umumnya mengarah pada kemampuan menyediakan berbagai layanan baru, atau mengarah pada layanan yang mampu menyalurkan sekaligus *voice*, *video*, dan data (*triple play*). Sehingga strategy pengembangan untuk layanan *broadband wireless* dibedakan menjadi *mobile network operator (MNO)* dan *broadband provider (BP)*. [16]

Perbandingan beberapa karakteristik sistem *wireless* data berkecepatan tinggi digambarkan oleh *First Boston* seperti pada Table 2.1

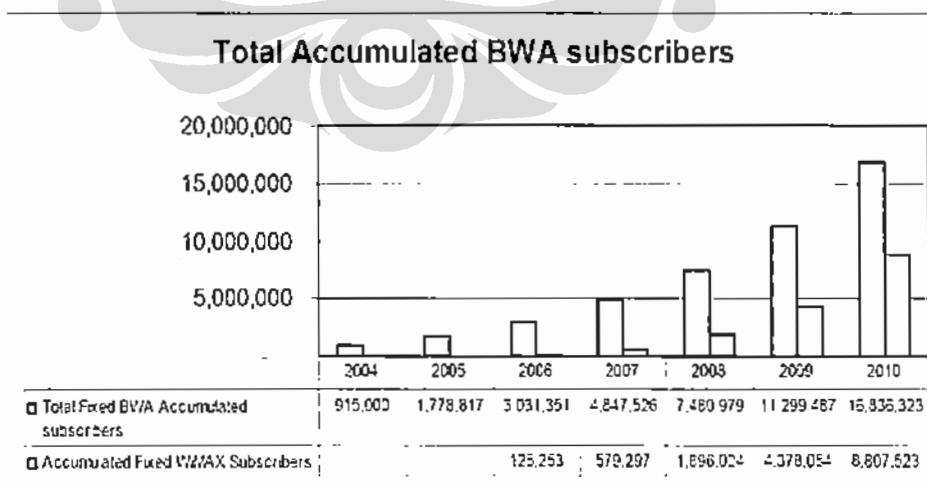
Tabel 2.1 Perbandingan perkembangan Teknologi *Wireless*[16]

	WiFi 802.11g	WiMAX 802.16e	Wireless 802.11a	4G/LTE 802.11e	WebTV/ UNIS
Approximate Range (Coverage Primary Factor)	100 meters	8km	5km	12km	12km
Maximum Throughput	54 Mbps	75 Mbps (20 MHz band)	30Mbps (10 MHz band)	2.4 Mbps (higher for EV-DV)	2Mbps (10+ Mbps for HSDPA)
Frequency Bands	2.4 GHz	2-11 GHz	2-6 GHz	400,800,900, 1700, 1800, 1900 2100 MHz	1800, 1900, 2100 MHz
Status	Now	Ratified In June 2004, products in 2005	Expected ratification in Q3 2005, products in 2006	Now	Now
Application	Wireless LAN	Fixed Wireless Broadband (eq- DSL alternative)	Portable Wireless Broadband	Mobile Wireless Broadband	Mobile Wireless Broadband

### 2.2.1. Prediksi Pertumbuhan BWA Dan Penetrasi Wimax

WiMAX Forum memperkirakan jumlah pengguna WiMAX pada tahun 2012 mencapai lebih dari 133 juta pengguna. Prediksi ini didasarkan pada hasil riset independen yang akan dipublikasikan bulan ini. Data tambahan dari riset tersebut memperkirakan sekitar 70 persen pengguna WiMAX di tahun 2012 akan menggunakan peranti *WiMAX mobile* dan *portabel WiMAX* untuk mengakses layanan *internet broadband* [26]. Dalam perkembangannya Wimax nantinya tidak hanya diperuntukkan bagi pasar yang *fixed* saja tapi pasar yang bersifat *portable* bahkan yang *mobile* juga sasaran dari Wimax. Dengan kecepatan sampai 75 MBps maka Wimax layak diaplikasikan pada *last mile; broadband connections, backhaul* dan *high speed enterprise*. Teknologi Wimax Dibandingkan dengan teknologi *wireless* lainnya, Wimax merupakan salah satu teknologi yang baru. Bahkan pengujian perangkat dari beberapa vendor untuk mendapat sertifikat Wimax; baru dimulai sekitar bulan Juli 2005. Untuk standar WiMAX mobile (IEEE 802.16e) baru disahkan sekitar pertengahan tahun 2006 [13].

Berdasarkan analisa pasar dari *Maravedis*, perkiraan pertumbuhan pengguna BWA dan Wimax diperlihatkan pada Gambar 2.2. Data perkiraan ini menunjukkan bahwa pada dua tahun pertama (2006 dan 2007) pengguna Wimax masih relatif sedikit, karena masih menunggu perkembangan implementasi hasil *interoperability* dan perkembangan pendukung ekosistem Wimax (produksi *chip*, manufaktur, operator, dan regulator).



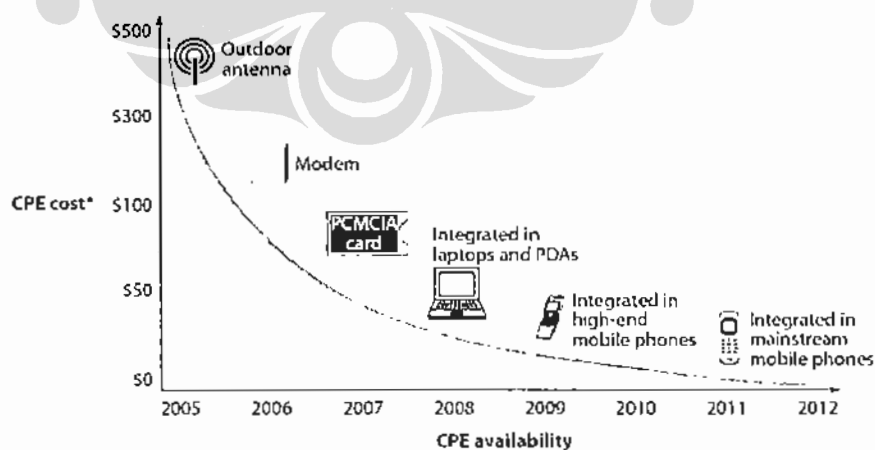
Gambar 2.2 Perkiraan Pertumbuhan BWA Dan Wimax [16]

### 2.2.2. Implikasi Wimax Terhadap Model Bisnis *Wireless* [16]

Secara fundamental, implikasi Wimax terhadap model bisnis *wireless*, adalah pada penurunan *Opex* dan *Capex*, terutama pada penurunan harga *Customer Premises Equipment* (CPE) seperti diprediksi oleh *Forester Research* gambar 2.3.

### 2.3. STANDARISASI WIMAX [15]

Wimax merupakan standar internasional tentang *Broadband Wireless Access* yang mengacu pada standar IEEE 802.16. Standar ini kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh forum gabungan antar perusahaan-perusahaan dunia terkait (produsen produk-produk *wireless*, produsen-produsen *chip*, operator-operator *wireless*), atau disebut dengan *Wimax Forum*. Permasalahan dasar yang menjadi isu utama pada *Wimax Forum* ini adalah sertifikasi dari kemampuan *interoperability* perangkat-perangkat BWA yang akan diproduksi. Kemampuan ini diharapkan membawa standar Wimax menembus pasar komersial untuk bersaing dengan produk-produk *broadband* lainnya. Secara teknis standar Wimax memang dirancang memiliki kelebihan khusus disbanding dengan produk-produk BWA yang telah ada. Varian standar 802.16 yang diadopsi Wimax untuk penggunaan komunikasi tetap atau *Fixed Wireless Access* (FWA) adalah 802.16d, atau 802.16-2004 yang telah selesai direvisi pada tahun 2004. Varian ini sudah mempunyai tambahan kemampuan *antenna diversity* dan *sub-channelization*.



\* Source for the cost estimates: Alcatel, Alvarion, and Intel

Source: Forrester Research, Inc.

Gambar 2.3 Prediksi Penurunan Harga CPI: [15]



Bekerja pada frekuensi 2-11 GHz, mampu dengan kondisi *Non Line Of Sight (NLOS)*, dan menggunakan *adaptive modulation* dengan teknologi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)*.

Tabel 2.2. Perbandingan Standar 802.16-2004 Dan 802.16e [15]

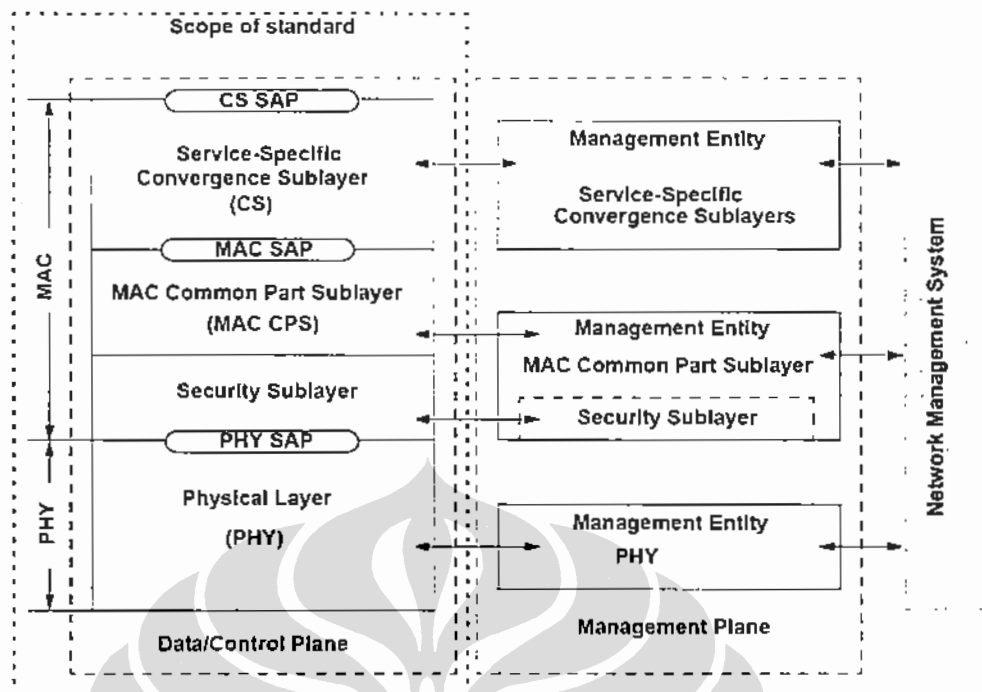
	802.16	802.16a Rev D	802.16e
Completed	December 2001	Estimate mid '04	Estimate mid '05
Spectrum	10-66GHz	2 – 11GHz	<6 GHz
Channel Conditions	Line of sight only	Non-line of sight	Non-line of sight
Bit Rate	32-134Mbps in 28MHz	Up to 75 Mbps in 20MHz	Up to 15Mbps in 5MHz
Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256 subcarriers, QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256 subcarriers, QPSK, 16QAM, 64QAM
Mobility	Fixed	Fixed, portable	Nomadic portability
Channel Bandwidths	20, 25, 28MHz	Scalable 1.5 to 20MHz	Same as 802.16a with uplink subchannels
Typical Cell Radius	2-5 km	7-10 km max. range 50 km	2-5 km

Telah menerapkan teknik *Error Correction*, *Power Control*, dan *transmit-receive diversity*, serta telah mencrapkan sistem penjamin kualitas layanan, yaitu fasilitas *Quality of Service (QoS)*. Varian selanjutnya yang akan digunakan untuk komunikasi bergerak adalah 802.16e. Perbandingan teknis kedua varian ini diperlihatkan seperti pada Table 2.2.

Keunggulan lain dari Wimax adalah jarak jangkauan yang mampu mencapai 50 km (tergantung frekuensi yang digunakan) dan menangani kecepatan data sampai 75 Mbs. Kanalisasi pemakaian spektrum frckuensi dapat dilakukan dari 1.7 MHz sampai dengan 20 MHz, memungkinkan pengaturan yang fleksibel untuk mendapatkan efisiensi penggunaan spektrum yang optimal sesuai peruntukannya.

### 2.3.1. Karakteristik Standar Wimax

Karakteristik standar 802.16 ditentukan oleh spesifikasi teknis dari *Physical (PHY) Layer* dan *Medium Access Control (MAC) Layer*. Perbedaan karakteristik kedua layer tersebut juga akan membedakan varian-varianannya. Pada Gambar 2.4 ditunjukkan cakupan dari standar yang meliputi *PHY* dan *MAC* [9]. Sedangkan *Network Management System (NMS)* dan *Managemen Plane* dapat berbeda-beda tergantung pada strategi disain dari masing-masing manufaktur atau *vendor* pembuatnya.



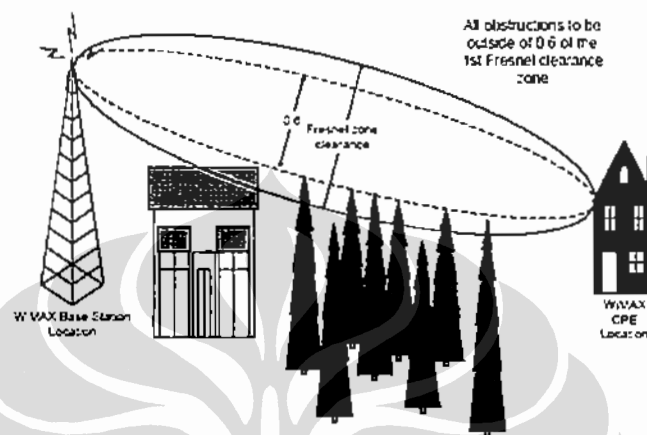
Gambar 2.4 Layer PHY Dan MAC Pada Standar 806.16 (Wimax) [15]

*Physical Layer* menjalankan fungsi mengalirkan data di level fisik. Dihubungkan dengan kabel *category 5 (Cat 5)* sebagaimana telah banyak digunakan untuk *Ethernet*. Sedangkan *MAC Layer* berfungsi sebagai penterjemah protokol-protokol yang ada di atasnya seperti ATM dan IP. *MAC layer* dibagi lagi menjadi tiga *sub-layer* : *Service-Specific Convergence Sublayer (SS-CS)*, *MAC Common Part Sublayer*, dan *Security Sublayer*.

### 2.3.2 NLOS pada Wimax [12]

Pada sistem komunikasi *wireless* telah umum dikenal kondisi *Line Of Sight (LOS)* dan *Non Line Of Sight (NLOS)*. Hal ini berkaitan dengan daerah pancar antara BS dan SS yang lebih dikenal dengan *Fresnel Zone*. Seperti digambarkan pada gambar 2.5, daerah *Fresnel zone clearance* tergantung pada frekuensi kerja dan jarak antara BS dan SS. Pada kondisi LOS, antara pengirim dan penerima tembus pandang secara langsung tanpa ada rintangan (*first fresnel zone*). Apabila kriteria ini tidak terpenuhi, maka penerimaan sinyal akan menurun secara drastis. Pada kondisi NLOS, sinyal yang sampai pada penerima telah melalui pemantulan (*reflections*), pemencaran (*scattering*), dan pembiasan

(*diffractions*). Sehingga penerimaan sinyal akan merupakan gabungan dari *direct path*, *multiple reflected paths*, *scattered energy*, and *diffracted propagation paths*. Kondisi *mutipath* ini akan memberikan perbedaan polarisasi, redaman, delay pancaran, dan ketidakstabilan dibandingkan dengan sinyal yang diterima secara langsung melalui *direct path*.

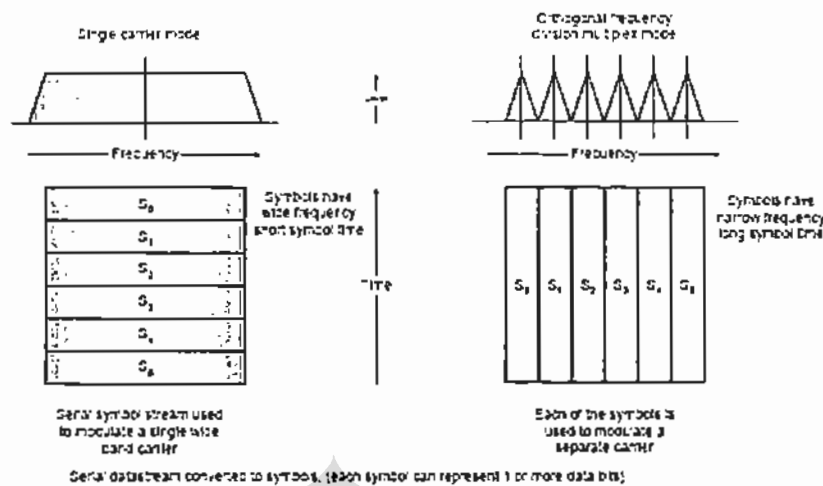


Gambar 2.5 Gambaran *Fresnel Zone* [12]

Kemampuan NLOS pada Wimax ditunjang oleh penerapan beberapa inovasi teknologi berikut:

- *OFDM technology* dan *Sub-Channelization*.
- *Directional antennas*.
- *Transmit and receive diversity*.
- *Adaptive modulation* dan *Error correction techniques*.
- *Power control*.

*Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM)* merupakan teknologi yang sudah terbukti dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan berbagai macam propagasi (*multipath*), termasuk konisi NLOS antara BS dan SS. OFDM juga sekaligus dapat mengatasi permasalahan *delay spread* dan *inter symbol interference (ISI)*. Sinyal OFDM dibentuk oleh beberapa sinyal sempit yang dipancarkan secara paralel untuk setiap informasi yang dikirim. Gambar 2.6 memperlihatkan perbandingan sinyal OFDM dengan *single carrier* yang melewati informasi secara serial.

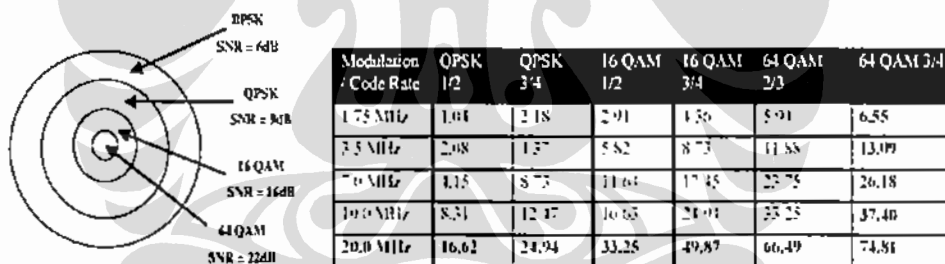


Gambar 2.6 Single Carrier Dan OFDM [12]

*Sub-Channelization* diterapkan pada sinyal *uplink* dari SS atau CPE dan bersifat opsional pada sistem Wimax. Fasilitas ini secara konsep mengurangi pengiriman jumlah *carrier* dari CPE, tetapi dikompensasi dengan *power level* dari pengiriman. Tanpa menggunakan *sub-channelization*, sistem yang direncanakan akan menjadi tidak simetris atau *uplink limited*. Tetapi pada umumnya justru membuat CPE menjadi *cost effective*. *Directional antenna* bertujuan untuk meningkatkan *fade margin* dengan penambahan penguatan (*gain*) dibandingkan dengan antena *omni-directional*. Bahkan dapat menurunkan *delay* pancar, baik di BS maupun di SS, karena pola antena ini dapat menekan sinyal-sinyal *multipath* yang diterima di sisi samping (*sidelobe*) dan dari belakang (*backlobe*). Penggunaan *Directional antenna* untuk kondisi NLOS sudah terbukti sangat efektif dan sudah banyak digunakan oleh para operator. Inovasi lain untuk mengatasi kondisi NLOS yang digunakan sebagai *optional* pada standar Wimax adalah *Adaptive antenna systems (AAS)*. Antena ini memberikan pengarahannya yang lebih fokus, seperti *spotlight*, baik pada saat memancarkan sinyal maupun sebagai penerima. AAS dipertimbangkan juga untuk meningkatkan *spectrum re-use* dan kapasitas jaringan Wimax, karena mempunyai karakteristik yang dapat menekan interferensi *co-channel*. [15]

*Transmit and receive diversity* digunakan untuk memanfaatkan sinyal-sinyal multi-path dan sinyal pantul yang terjadi pada kondisi NLOS. *Diversity* juga menjadi fasilitas opsional pada standar Wimax. Tujuannya adalah untuk

meningkatkan *availability* penerimaan dan pengiriman dari sistem yang dibangun. *Transmit diversity* menggunakan *space time coding* untuk pemancaran sinyal secara terpisah. Teknik ini dapat menekan kebutuhan *fade margin* dan juga mengatasi interferensi. Pada *receive diversity*, beberapa teknik kombinasi diterapkan seperti misalnya *maximum ratio combining (MRC)*, memanfaatkan dua penerimaan untuk mengatasi fading dan menekan *path loss Adaptive modulation*, secara efektif dapat mengatur keseimbangan kebutuhan bandwidth dan kualitas sambungan (*link quality*) atau biasanya diukur dengan *Signal to Noise Ratio (SNR)*. Apabila kualitas sinyal cukup baik, maka digunakan modulasi yang lebih tinggi untuk memberikan kapasitas *bandwith* yang lebih besar. Apabila kualitas sambungan menurun, sistem modulasinya digeser menjadi lebih rendah untuk menjaga kestabilan dan kualitas sambungan. Perpindahan modulasi dapat diatur secara dinamis dari 64-QAM, 16-QAM, QPSK, dan BPSK. Gambar 2.7 memperlihatkan hubungan antara radius jangkauan dengan sistem modulasi yang digunakan, beserta matrik kecepatan data pada berbagai kondisi pilihan sistem modulasi dan *coding rate*. [15]



Gambar 2.7 Radius Relatif Terhadap Modulasi Dan Matrik Kecepatan Data[15]

*Error correction techniques* diterapkan pada sistem Wimax untuk menurunkan kebutuhan minimum SNR dan meningkatkan *throughput*. Beberapa teknik *coding* yang digunakan adalah : *Reed Solomon FEC*, *convolutional encoding*, dan *interleaving algorithms*. Kemampuan *Automatic repeat request (ARQ)* digunakan untuk mengkoreksi *error* yang tidak bisa dikoreksi oleh FEC. Teknik ini cukup berarti membawa peningkatan performansi *bit error rate (BER)* pada batas level penerimaan yang sama.[15]

*Power control algorithms* digunakan untuk meningkatkan performansi sistem secara keseluruhan. BS mengirimkan informasi *power control* kepada

semua CPE untuk pengaturan level *power transmit* sedemikian sehingga level sinyal yang diterima BS sama dengan level referensi yang telah ditentukan sebelumnya. Pengaturan ini dimaksudkan agar CPE dapat secara dinamis mengeluarkan daya pancar sesuai kebutuhan kondisi *fading*, sehingga konsumsi daya bisa lebih efisien. [15]

Berdasarkan beberapa kemampuan opsional di atas, terdapat dua jenis BS yang diproduksi, yaitu *standard base station* dan *full featured base station*. *Base station* standar mempunyai kemampuan yang bersifat *mandatory* dengan batasan keluaran *RF Power* pada kisaran nilai yang telah ditentukan. Sedangkan *full featured base station* sudah dilengkapi dengan kemampuan opsional berupa *Tx/Rx diversity*, *sub-channeling*, dan *ARQ*. Gambar 2.8 memperlihatkan perbandingan kemampuan jarak jangkauan kedua jenis *base station* di atas.



Gambar 2.8 Perbandingan Radius Jangkauan BS *Standard* Dan *Full Featured* [12]

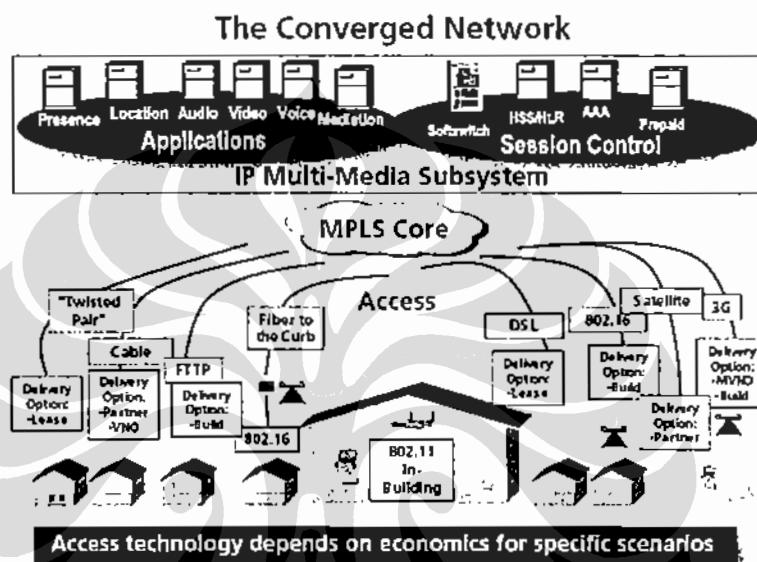
### 2.3.3. Layanan Wimax [14]

*MAC Layer* dari Wimax secara khusus dirancang untuk topologi PMP dan mendukung *layer* di atasnya untuk protokol ATM, Ethernet atau IP, dan didisain agar dengan mudah dapat mengakomodasi protokol-protokol yang belum ada atau akan dikembangkan kemudian. Hal ini memungkinkan terjadinya konvergensi jaringan dengan *IP Multi-Media Subsystem (IMS)* dan *MPLS core* seperti gambar dibawah.

Beberapa jenis layanan Wimax berdasarkan klasifikasi, tipe aplikasi, dan *bandwith* yang digunakan dapat ditabelkan seperti pada table 2.3.

Kelebihan Wimax memberikan penggunaan yang sangat luas dalam memberikan layanan kepada pelanggan. Sebagai solusi akses, berbagai skenario peruntukan yang dapat diterapkan diantaranya adalah :

- Backhaul jaringan Seluler (*Cellular Backhaul*)
- Backhaul dan Akses bagi *Service Provider (WSP Backhaul & Access)*
- Jaringan Perbankan
- Jaringan Keamanan Publik (*Public Safety Network*)
- Jaringan Kampus dan Pendidikan
- Jaringan Akses Rural
- Jaringan Pada Bangunan Sementara (*Temporary Construction*)



Gambar 2.9 Konvergensi Wimax Dengan IMS Dan *IP Core* [14]

Tabel 2.3. Berbagai Jenis Layanan Wimax [8]

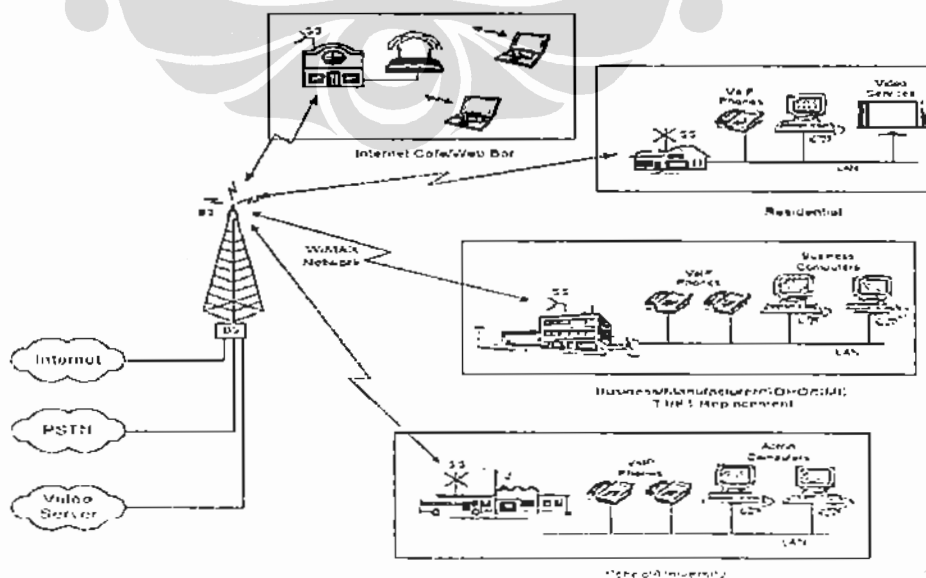
Class Description	Real Time?	Application Type	Bandwidth
Interactive Gaming	Yes	Interactive Gaming	50 - 85 kbps
		VoIP	4 - 64 kbps
VoIP, Video Conference	Yes	Video Phone	32 - 384 kbps
		Music/Speech	5 - 128 kbps
		Video Clips	20 - 384 kbps
Streaming Media	Yes	Movies Streaming	> 2 Mbps
		Instant Messaging	< 250 byte messages
Information Technology	No	Web Browsing	> 500 kbps
		Email (with attachments)	> 500 kbps
Media Content Download (Store and Forward)	No	Bulk Data, Movie Download	> 1 Mbps
		Peer-to-Peer	> 500 kbps

Tabel 2.4 menggambarkan matrik pemanfaatan kelebihan Wimax pada berbagai peruntukan di atas. Sebagai contoh peruntukan jaringan perbankan akan sangat membutuhkan fitur keamanan, QoS, *cost effective*, dan NLOS. karena sebagian besar aplikasi-aplikasi perbankan merupakan *critical application*.

Tabel 2.4. Perbandingan Jenis-jenis Layanan Wimax [8]

	Flexible Architecture	High Security	WIMAX QoS	Quick Deployment	Multi-Level Service	Interoperability	Portability	Mobility	Cost-Effective	Wider Coverage	NLOS	High Capacity
Cellular Backhaul				x					x			x
WSP Backhaul				x					x			x
Banking Networks	x	x	x						x		x	
Education Networks	x		x						x	x		
Public Safety	x	x	x	x			x	x			x	
Offshore Communications	x		x				x	x		x	x	
Campus Connectivity	x	x	x									x
Temporary Construction			x	x			x				x	
Theme Parks	x		x				x	x			x	
WSP Access Network		x	x		x	x			x		x	x
Rural Connectivity			x			x			x	x		
Military Battlefield	x	x		x			x	x				

Dalam tesis ini digunakan konfigurasi jaringan Wimax dibawah sebagai solusi akses *service provider* seperti pada gambar dibawah.



Gambar 2.10 Konfigurasi Jaringan Wimax sebagai *service provider* [8]



## 2.4. SPEKTRUM FREKUENSI WIMAX

Dari rentang spektrum frekuensi 2-6 GHz yang distandarkan oleh IEEE untuk BWA, *Wimax Forum* mengembangkan spektrum frekuensi untuk Wimax seperti digambarkan pada table 2.3. Terdapat dua kategori spektrum yang diusulkan: *Licensed Frequency* dan *Unlicensed Frequency*. [15]

Tabel 2.5. Spektrum Frekuensi Wimax [15]

Frequency band	2.5 GHz	3.5 GHz	5.8 GHz
Allocation size	USA: 195 MHz	Europe (typical): 190 MHz	USA: 125 MHz
Licensed / Unlicensed	Licensed	Licensed	Unlicensed
Expected availability in 2005-2007	Canada, USA, Central and South America, Asia Pacific	Canada, Central and South America, EMEA, Russia, Asia Pacific	Global
Transmission power limits	U.S.: -55 dBm EIRP	Varies between countries	US: -36 dBm EIRP
Typical spectrum allocation per operator	U.S.: 3 x 5.5 MHz - 6 MHz	Europe: 2 x 21-28 MHz	No licenses
Suitable channel bandwidths	5.5 MHz, 3 MHz	1.75 MHz, 3.5 MHz, 7 MHz	10 MHz

Beberapa pita frekuensi eksisting di Indonesia yang telah dialokasikan untuk layanan BWA adalah [16]:

- Pita frekuensi 2.0 GHz (2050-2070 MHz)
- Pita frekuensi 2.5 GHz (2500-2520 MHz dan 2670-2690 MHz)
- Pita frekuensi 3.3 GHz (3300-2400 MHz)
- Pita frekuensi 3.5 GHz (3400-3600 MHz)
- Pita frekuensi 10.5 GHz (10150-10300 MHz dan 10500-10650 MHz)

## 2.5. PELUANG IMPLEMENTASI WIMAX SEBAGAI BACKHAUL JARINGAN WIFI

### 2.5.1. Tren Pengguna *Hotspot* dan Layanan

Komunikasi adalah sebuah proses interaksi. Ada upaya untuk berhubungan dari satu pihak ke pihak lainnya. Awalnya berlangsung sederhana. Dimulai dengan keinginan seseorang untuk mencari atau menyampaikan pesan, menggunakan bahasa, visual, suara, atau tulisan. Sejalan dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan informasi yang menuntut kecepatan dan akurasi, membuat komunikasi bagian tak terpisahkan dari kehidupan manusia.

Ketersediaan fasilitas dan perangkat komunikasi modern, telah menjadikan dunia seakan tak ada batas lagi.

Tren pun terus berkembang. Alat komunikasi, seperti ponsel, dituntut tidak hanya berfungsi sekedar bertukar suara, tapi harus juga mampu melakukan *videophone*, *browsing*, konferensi jarak jauh, atau tukar menukar data berukuran besar dalam waktu singkat. Tuntutan tren tersebut dipermudah dengan kehadiran teknologi WiFi (*Wireless Fidelity*). Singkatnya, WiFi adalah koneksi tanpa kabel dengan menggunakan teknologi gelombang radio sehingga pemakainya dapat mengirim data dengan cepat dan mudah. Salah satu kelebihan dari WiFi adalah kecepatannya yang beberapa kali lebih cepat dari modem kabel yang tercepat sekalipun.

Standar pertama yang diaplikasikan adalah 802.11b tahun 1999. Implementasinya termasuk sukses, kecepatannya mungkin hanya antara 5.5 Mbps dan 11 Mbps, tetapi sudah cukup cepat untuk memenuhi kebutuhan dasar dari mengakses *internet*. Selama dua tahun, standar ini sangat populer, akibatnya PC yang dapat mendukung standar ini menjadi kebutuhan utama.

Kira-kira bersamaan dengan itu, IEEE juga mengeluarkan standar lain, 802.11a. Kedua standar itu menggunakan frekuensi operasi yang berbeda dan tidak dapat saling mendukung. 802.11a dapat mencapai kecepatan 54 Mbps dan memiliki lebih banyak kanal operasi untuk meningkatkan kapasitas *bandwidth* pengguna. Tetapi karena biaya yang lebih besar dan jarak transmisi lebih pendek, standar ini hanya digunakan oleh grup tertentu.

Standar 802.11g dikembangkan dari 802.11b dan digabungkan dengan OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*, dipakai pada 802.11a). Secara teori, kecepatannya mencapai 54 Mbps; standar ini dipublikasikan tahun 2003. Dibanding dua standar sebelumnya, 802.11g lebih cepat dari 802.11b, memiliki jangkauan transmisi lebih jauh, dan biaya lebih rendah dari 802.11a. Standar ini lebih baik dari 802.11a dan *compatible* dengan 802.11b [12].

Tabel 2.6 Anggota-anggota standar 802.11 [12]

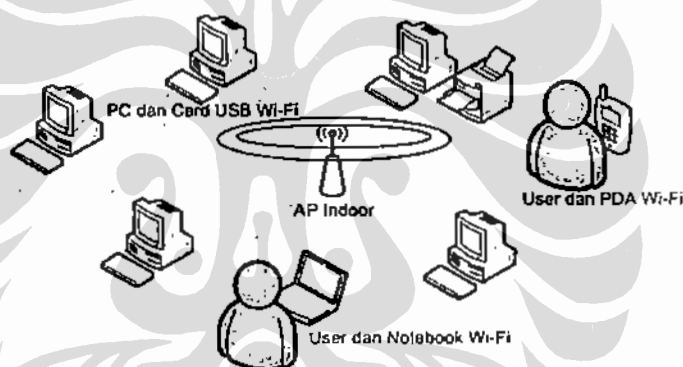
Protokol	Tanggal Dikeluarkan	Frekuensi Operasi	Throughput	Kecepatan (Maksimum)
Legacy	1997	2.4 GHz	0.9 Mbps	2 Mbps
802.11a	1999	5 GHz	23 Mbps	54 Mbps
802.11b	1999	2.4 GHz	4.3 Mbps	11 Mbps
802.11g	2003	2.4 GHz	19 Mbps	54 Mbps
802.11j	2004	4.9 – 5 GHz	23 Mbps	54 Mbps
802.11h	2004	5.15 – 5.35 indoor 5.47 – 5.725 indoor/outdoor	23 Mbps	54 mbps
802.11n	Sept 2008	2.4 GHz / 5 GHz	74 Mbps	248 Mbps
802.11y	March 2008	3.7 GHz	23 Mbps	54 Mbps

Di Indonesia, insiatif pengembangan *Wi-Fi hotspot*, selain dilakukan secara terpisah seperti yang dilakukan Telkomsel, CBN dan yang lainnya, juga digalakkan oleh sebuah konsorsium: *Indonesian Wi-Fi Consortium*. Konsorsium yang terbentuk September 2003 lalu ini didukung oleh sejumlah perusahaan besar, di antaranya: *Acer Indonesia*, CBN, *Cisco System Indonesia*, *Intel Indonesia Corporation*, *Microsoft Indonesia*, *Polaris.Net*, serta *Elexmedia Komputindo* [10]. Pemanfaatan teknologi *Wi-Fi* ini tak semata-mata hanya untuk pengguna publik seperti di kafe, restoran, hotel, bandara dan lainnya. Melainkan, banyak juga penggunaan untuk kepentingan korporasi. Di Indonesia, para pengguna *Wi-Fi* masih terbilang baru, dan mulai awal tahun 2004 terasa ada peningkatan perhatian yang besar untuk memanfaatkan teknologi *Wi-Fi*, baik di lingkungan rumah, korporat mau pun tempat-tempat publik.

Berbagai pertimbangan masih menjadi alasan di antara mereka-mereka yang akan menerapkan teknologi *Wi-Fi* ini, khususnya di lingkungan korporat. Baik itu menyangkut kematangan teknologi, standarisasi dan keamanan. Begitu juga, dukungan berbagai perangkat yang *Wi-Fi enabled*, karena hal itu terkait dengan pengembangan sistem dan besarnya investasi yang bakal ditanamkan. Pemanfaatan teknologi *Wi-Fi* ini, sebagai andalan dalam membangun jaringan tanpa kabel untuk berbagai kebutuhan, tampaknya tak hanya menyangkut *public WLAN* atau *Wi-Fi hotspot* saja. Melainkan juga penggunaannya di lingkungan

rumah, yang dapat mengakomodasi jaringan tanpa kabel baik untuk ponsel, PC, laptop dan juga PDA

*HotSpot* adalah definisi untuk daerah yang dilayani dengan cakupan area tertentu oleh satu layanan akses yang biasa disebut *Access Point (AP)*. *Wireless LAN* yang menggunakan suatu standar 802.11 a/b/g, dimana pengguna dapat masuk ke dalam *Access Point* secara bebas dan *mobile* menggunakan perangkat sejenis *notebook*, PDA atau lainnya. Koneksi bisa berupa koneksi ke *internet*, ke *server*, *sharing file*, *sharing* perangkat dan sebagainya seperti layaknya menggunakan media kabel. Perangkat AP ini biasa yang dijual dipasaran berupa "Box" seperti produk dari *Linksys*, *D-Link*, *Senao*, *Netgear*, *Complex*, dan lain-lain. Perangkat inilah yang berfungsi penerima dan pengirim dalam cakupan area tertentu [11].



Gambar 2.11 Contoh AP pada sebuah area *hotspot* [10]

Di Indonesia sendiri, penggunaan *Internet* berbasis Wi-Fi sudah mulai menggejala di beberapa kota besar. Di Jakarta, misalnya, para maniak *Internet* yang sedang berselancar sambil menunggu pesawat lepas landas di ruang tunggu bandara, sudah bukan merupakan hal yang asing.

Fenomena yang sama terlihat diberbagai kafe --seperti *Starbucks Cafe* dan *La Moda Cafe* di Plaza Indonesia, *Coffee Club* Senayan, dan Kafe *Mister Bean Coffee* di *Cilandak Town Square*-- dimana pengunjung dapat membuka *Internet* untuk melihat berita politik atau gosip artis terbaru sembari menyeruput *cappucino* panas.

Dewasa ini, bisnis telepon berbasis VoIP (*Voice over Internet Protocol*) juga telah menggunakan teknologi Wi-Fi, dimana panggilan telepon diteruskan melalui jaringan WLAN. Aplikasi tersebut dinamai VoWi-Fi (*Voice over Wi-Fi*) [12].

