

MENGENAL TEKNOLOGI WIRELESS “WIMAX”

Ginda Firdaus

Boy_zone11@rocketmail.com

Lisensi Dokumen:

Copyright © 2003-2011 IlmuKomputer.Com

Seluruh dokumen di IlmuKomputer.Com dapat digunakan, dimodifikasi dan disebarluaskan secara bebas untuk tujuan bukan komersial (nonprofit), dengan syarat tidak menghapus atau merubah atribut penulis dan pernyataan copyright yang disertakan dalam setiap dokumen. Tidak diperbolehkan melakukan penulisan ulang, kecuali mendapatkan ijin terlebih dahulu dari IlmuKomputer.Com.

Era Baru Teknologi Wireless

Prospek internet broadband, *anytime, anywhere, anyone* masih kelihatan jauh dari impian, masih jauh dari kenyataan untuk penggunaan luas bagi PC, laptop, mobile user. Namun dengan WiMAX hal tersebut akan segera menjadi kenyataan, sesuatu hal yang membuat penggunanya tidak dapat hidup tanpa teknologi ini. WiMAX adalah salah satu teknologi wireless yang paling popular saat ini.

Pengenalan

Faktor utama dibalik pertumbuhan luar biasa medium nirkabel adalah Kemampuan untuk memenuhi dua dari tiga komponen yang merupakan tujuan utama dari telekomunikasi:

any information, any time, any place.

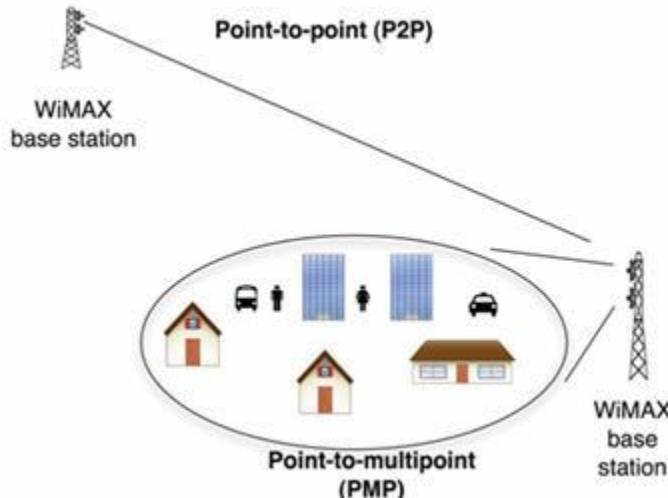
Sistem komunikasi nirkabel menyediakan *anytime, anywhere communication*. Beberapa karakteristik yang menarik dari sistem nirkabel adalah

- Perpindahan(*mobility*), sistem nirkabel memungkinkan komunikasi yang lebih baik, meningkatkan produktivitas, dan pelayanan pengguna yang lebih baik. Sistem wireless juga memungkinkan pengguna mengakses informasi dari tempat mereka berada dan melakukan bisnis darimana pun.
- Kemudahan(*simplicity*), sistem wireless lebih cepat dan lebih mudah dikembangkan daripada jaringan kabel.
- Flexibility, sistem nirkabel menyediakan flexibility, pelanggan mengontrol penuh komunikasi yang dilakukan.
- Biaya Pemasangan (*setup cost*), komunikasi nirkabel dapat mencapai daerah yang sulit dicapai dengan kabel contoh daerah pinggiran, kendaraan dan lain-lain.

- Penurunan biaya pelayanan (*falling service cost*), pelayanan nirkabel dengan cepat mendekati harga dari pelayanan kabel.
- Kemampuan akses global Smart, sistem nirkabel menyediakan pelayanan baru seperti SMS dan MMS.

Arsitektur Wireless

Ada beberapa skenario topologi untuk pengembangan wireless yaitu Point-to-Point (P2P) dan Point-to-MultiPoint (PMP), Mesh.



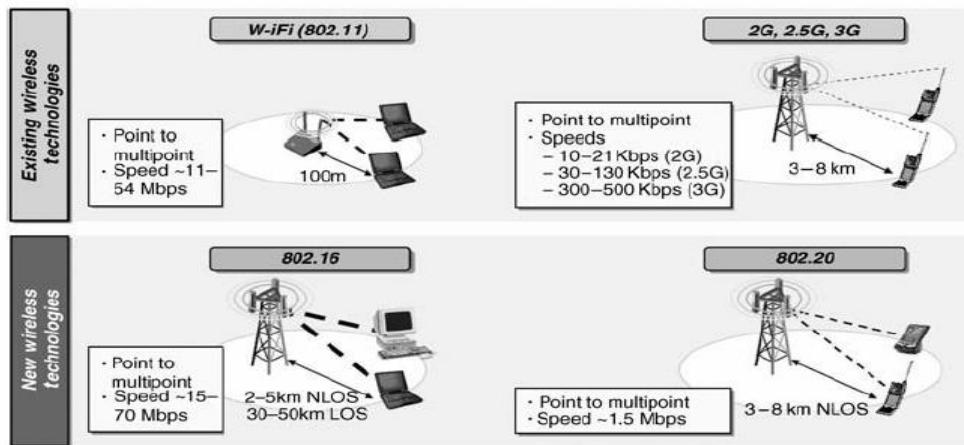
Gambar 1. Konfigurasi Point-to-Point dan Point-to-Multipoint
(http://www.wimax.com/education/wimax/wireless_architectures)

A. Point-to-point(P2P)

Point to point digunakan dimana ada dua titik dihubungkan: satu pengirim dan satu penerima. Ini juga digunakan untuk *backhaul* atau transfer dari sumber data (*data center, co-lo facility, fiber POP, Central Office*, dan lain-lain) ke pelanggan atau untuk point bagi distribusi menggunakan arsitektur *point to multipoint*. Pada arsitektur ini pancaran focus antara dua point dan *throughput radio point-topoint* akan lebih kuat daripada produk point-to-multipoint.

B. Point-to-Multipoint (PMP)

Satu base station dapat melayani ratusan pelanggan dalam batasan bandwidth dan pelayanan yang ditawarkan.



Gambar 2. Teknologi Wireless(Pareek Deepak, The Business of Wimax,2006)

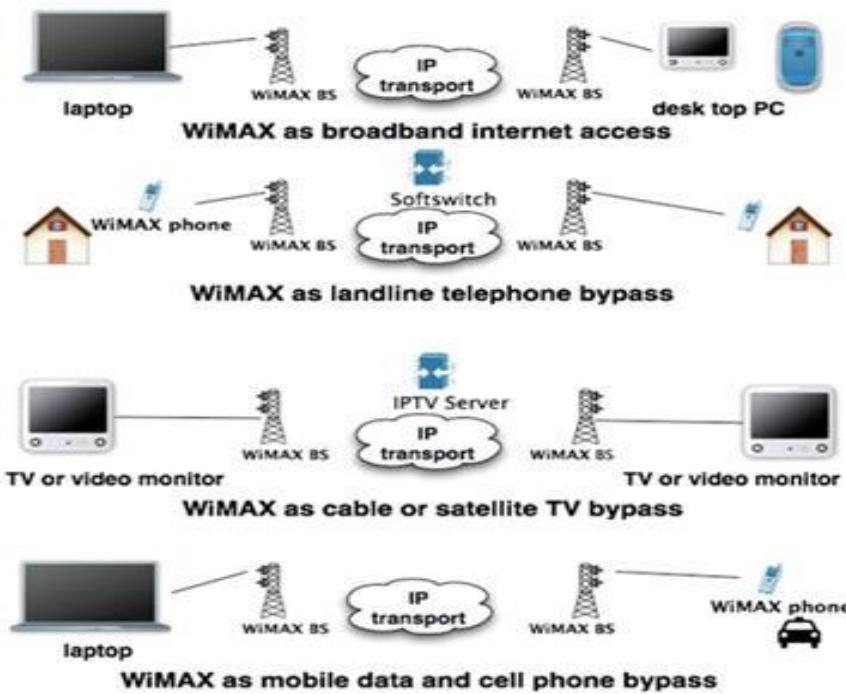
Pengertian Wimax

Menurut **James A.Johnson [1]** istilah WiMax berasal dari singkatan wireless (disingkat Wi) Microwave Access (disingkat Max). Sedangkan Menurut **Pareek Deepak [2]** Wimax adalah sebuah teknologi nirkabel yang mengoptimalkan pelayanan IP centric untuk daerah yang luas dan sebuah tanda sertifikasi untuk perangkat sesuai dengan standar IEEE 802.16 serta Wimax adalah sebuah Platfrom untuk membangun alternatif dan pelengkap dari jaringan broadband.

Meski disebut sebagai standar IEEE 802.16, menurut **Dean Chang [3]** tak hanya itu Wimax juga merupakan upaya standarisasi antar IP berbasis 802.16 dan WMAN(Wireless Metropolitan Area Network) broadband berbasis ETSI High-Perfomance Radio Metropolitan Area Network (HiperMAN) dan kelompok industry yang bekerja mencapai tujuan itu. Dengan begitu perangkat-perangkat yang berstandar Wimax dapat digunakan baik berbasis HiperMAN (eropa dan 802.16.

Menurut **WiMAX** oleh **WiMAX Forum [4]** didefinisikan sebagai standard teknologi yang memungkinkan akses broadband wireless last mile sebagai alternatif broadband kabel dan DSL. WiMAX menyediakan fixed, nomadic, portabel, dan mobile wireless untuk koneksi wireless mobile tanpa harus line-of-sight(LOS) dengan base station. Dalam pengembangan cell radius sekitar 3-10 Km, WiMAX Forum Certified™ system diharapkan dapat memberikan kepasitas hingga 40 Mbps per channel, untuk fixed dan akses aplikasi portable.Pengembangan jaringan mobile diharapkan menyediakan hingga 15 Mbps dalam radius 3 Km.Harapannya, teknologi WiMAX akan ada dalam notebook dan PDA pada tahun 2007.

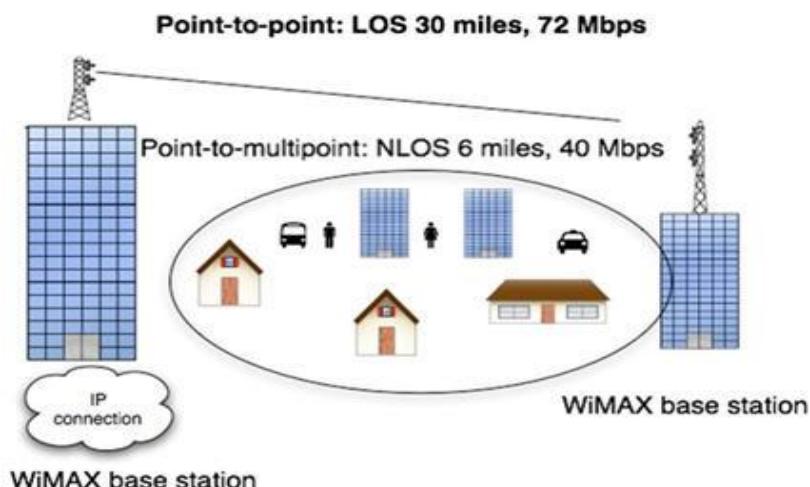
Jadi kesimpulan yang diambil **Helfin[6]** Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) adalah sebuah tanda sertifikasi untuk produk-produk yang telah lulus tes dan sesuai dengan standar IEEE 802.16. WiMAX merupakan teknologi nirkabel yang menyediakan hubungan jalur lebar dalam jarak jauh. WiMAX merupakan teknologi broadband yang memiliki kecepatan akses yang tinggi dan 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 membawa isu 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 layak diaplikasikan untuk ‘last mile’ broadband connections, backhaul, dan high speed enterprise.



Gambar 3. WiMAX sangat potensial mempengaruhi segala bentuk telekomunikasi
[\(\[http://www.wimax.com/education/wimax/what_is_wimax\]\(http://www.wimax.com/education/wimax/what_is_wimax\)\)](http://www.wimax.com/education/wimax/what_is_wimax)

WiMAX sangat potensial mengganti sejumlah infrastruktur telekomunikasi yang telah ada. Dalam konfigurasi fixed wireless, dapat menggantikan jaringan copper wire perusahaan telepon, maupun infrastruktur coaxial cable TV kabel yang juga menawarkan pelayanan Internet Service Provider (ISP). Dalam telekomunikasi mobile, WiMAX sangat potensial menggantikan jaringan seluler.

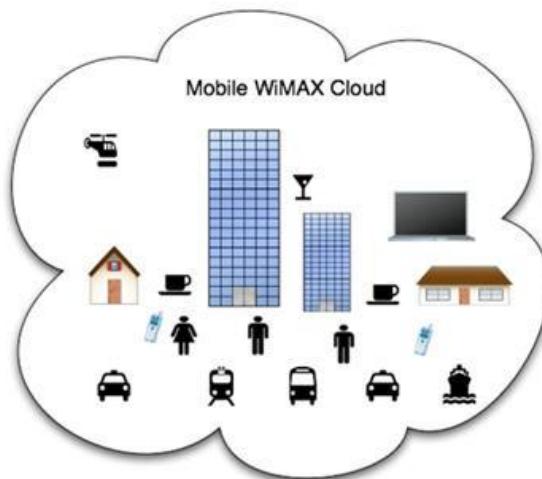
Fixed Wimax



Gambar 4. Fixed WiMAX menawarkan keefisienan biaya solusi *point to point* dan *pointto multi-point*.
[\(\[http://www.wimax.com/education/wimax/what_is_wimax\]\(http://www.wimax.com/education/wimax/what_is_wimax\)\)](http://www.wimax.com/education/wimax/what_is_wimax)

Yang membuat WiMAX begitu luar biasa adalah jangkauan luas dari teknologi tersebut tetapi tidak membatasi akses internet broadband, pengganti TI/E1 untuk bisnis, voice over Internet protocol (VoIP) sebagai pengganti perusahaan telepon, Internet Protocol Television (IPTV) sebagai pengganti TV kabel, backhaul untuk Wi-Fi hotspot dan tower telephone seluler, pelayanan mobile telephone, mobile data TV, mobile emergency response services, wireless backhaul sebagai pengganti fiber optik. WiMAX menyediakan pelayanan akses fixed, portable atau mobile non-line-of sight dari sebuah base station ke station pelanggan, atau lebih dikenal sebagai customer premise equipment (CPE). Beberapa tujuan WiMAX termasuk radius untuk jangkauan layanan adalah sekitar 6 mile/ sekitar 10 km dari base station WiMAX untuk point to multipoint , dan non-line-of- sight. Layanan ini diharapkan dapat memberikan sekitar 40 megabits per second (Mbps) untuk akses aplikasi fixed and portable. Untuk WiMAX cell site tersebut diharapkan dapat menawarkan bandwidth yang cukup untuk mendukung ratusan bisnis dengan kecepatan T1 dan ribuan pelanggan rumahan dengan kecepatan yang sama dengan layanan DSL dari satu base station. Untuk point-to-point dan line-of-sight, WiMAX memberikan jangkauan hingga 30 mile/ 48 km dengan kecepatan hingga 70 Mbps.

Mobile Wimax



Gambar 5. Mobile WiMAX memungkinkan segala bentuk telekomunikasi untuk dapat *mobile* .
(http://www.wimax.com/education/wimax/what_is_wimax)

Mobile WiMAX merupakan pengembangan aplikasi fixed wireless dan memungkinkan aplikasi telepon selular untuk skala yang lebih besar. Sebagai contoh, mobile WiMAX memungkinkan streaming video untuk disiarkan dari mobil polisi atau kendaraan penting lainnya pada kecepatan lebih dari 70 Mile per Hour (MPH). Itu sangat potensial menggantikan telepon seluler dan layanan mobile data dari operator telepon seluler seperti EvDo, EvDv and HSDPA.

Standard Wimax

Standar yang digunakan WiMAX mengacu pada standar IEEE 802.16. Varian dari standar 802.16 ini ialah : 802.16, 802.16a, 802.16d dan 802.16e. 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 direvisi pada tahun 2004. Selanjutnya, varian yang digunakan untuk komunikasi bergerak (mobile) ialah 802.16e.

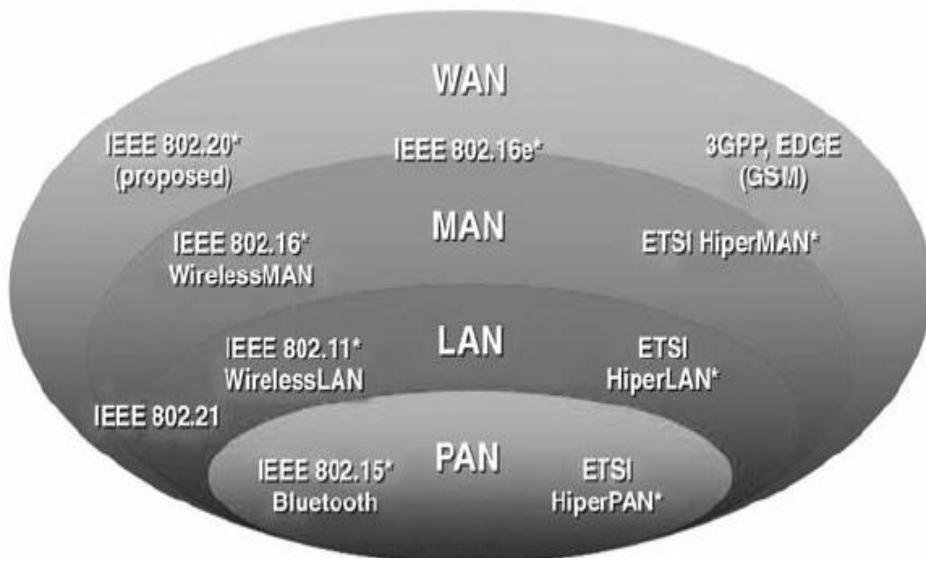
	802.16	802.16a Rev d	802.16e
Completed	December 2001	Estimate mid '04	Estimate mid'05
Spectrum	10-66 Hz	2-11 GHz	<6 GHz
Channel Conditions	Line of sight only	Non-line of sight	Non-line of sight
Bit Rate	32-134Mbps in 28 MHz	up to 75 Mbps in 20 MHz	up to 15 Mbps in 5 MHz
Modulation	QPSK,16QAM, 64QAM	OFDM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

Gambar 6. Standard Wimax

Standar 802.16d diperuntukan bagi layanan yang bersifat *fixed* maupun *nomadic*. Sistem ini menggunakan OFDM dan mendukung untuk kondisi lingkungan LOS dan NLOS. Perangkat 802.16d biasanya beroperasi pada band frekuensi 3.5 GHz dan 5.8 GHz. Profile dari standar 802.16 d tersebut dapat dilihat pada tabel berikut

Spectrum band	Duplexing	Channel Width
3.5 GHz	TDD	3.5 MHz
3.5 GHz	FDD	3.5 MHz
3.5 GHz	TDD	7 MHz
3.5 GHz	FDD	7 MHz
5.8 GHz	TDD	10 MHz

Gambar 7. Profile Standard 802.16d



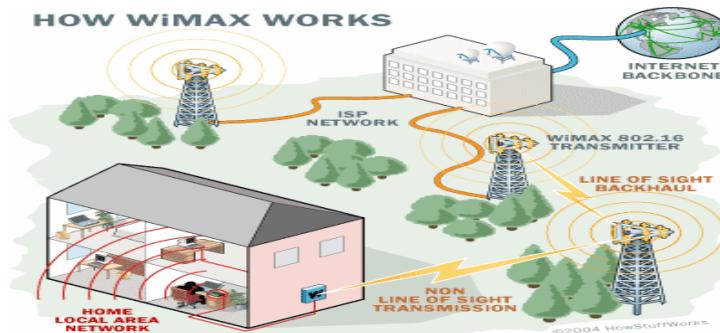
Gambar 8. Teknologi-teknologi IEEE.Sumber: OECD and IEEE

Berbeda dengan Wi-Fi yang hanya mencakup jaringan lokal yang kecil, kurang dari 50 meter, teknologi untuk WiMAX sangat cocok untuk jaringan geografis yang luas hingga ratusan kilometer. Gambar 8 menggambarkan perubahan ukuran jaringan, teknologi WiMAX mencakup Wide Area Networks (WAN) dan Metropolitan Area Networks (MAN). Teknologi Local Area Network (LAN) seperti Wi-Fi telah sukses mengantarkan data untuk jarak kurang 50 meter dan Personal Area Networks (PAN) seperti teknologi Bluetooth untuk jarak sekitar kurang dari 10 meter. Berikut ini, gambar 9 merupakan tambahan untuk standard mobile broadband wireless access yang lain.

Standards for mobile broadband wireless access						
Body	Family	Mass-production	Production	Pilots	Concept	
ETSI	3GPP	GSM GPRS EDGE UMTS/ WCDMA	EDGE Ph2 TD-CDMA / UMTS-TDD	HSDPA	HSUPA	
	3GPP2	CDMA IS-95A CDMA 2000 1xRTT		CDMA 1x EV-DO CDMA 1x EV-DV		
IEEE	802.11	802.11a 802.11b 802.11g				
	802.16		802.16a	802.16d	802.16e	
	802.20				802.20	
Proprietary			MC-CDMA / Navini Flash OFDM / Flarion TDMA/FDMA/SDMA / iBurst			

Gambar 9. Standar Mobile Broadband wireless Access
(Pareek Deepak, The Business of Wimax,2006)

Cara Kerja Wimax



Gambar 10.Cara Kerja WiMAX
(<http://computer.howstuffworks.com/wimax2.htm>)

Secara umum, WiMAX terdiri dua bagian yaitu base station WiMAX dan WiMAX Receiver atau disebut juga customer premise equipment (CPE).

WiMAX Base Station

Base station WiMAX base station terdiri dari elektronik indoor dan tower WiMAX. Umumnya satu base-station menjangkau radius 6 mile (secara teori dapat menjangkau hingga radius 50 km atau 30 mile, tapi praktiknya baru terbatas sekitar 10 km atau 6 mile. Dalam area layanan tersebut dimanapun dapat mengakses internet secara wireless. Base-station WiMAX menggunakan MAC layer (didefinisikan dalam standard), sebuah interface umum yang membuat jaringan interoperable dan dapat mengalokasikan bandwidth uplink dan downlink ke pelanggan berdasarkan kebutuhan pada satuan waktu tertentu. Setiap base station menjangkau daerah yang dinamakan cell. Maksimal radius dari cell secara teori adalah 50 km(tergantung band frekuensi yang dipilih), namun pengembangan yang umum adalah radius 3 sampai 10 km). Seperti jaringan mobile seluler , antenna pada base-station dapat omnidirectional (cell yang circular), atau directional (linear) atau sektoral.

WiMAX Receiver

WiMAX receiver dapat terdiri dari antenna yang terpisah(bagian yang terpisah antara receiver electronics dan antenna) atau dapat berupa box sendiri atau PCMCIA card dalam laptop. Akses ke base-station WiMAX hampir sama dengan mengakses access point dalam jaringan Wi-Fi. Namun masih tingginya biaya instalasi CPE menjadi kendala karena memerlukan tenaga ahli dalam instalasi CPE untuk sistem BWA.

Backhaul

Backhaul lebih ke koneksi dari access point ke provider dan koneksi dari provider ke jaringan inti. WiMAX telah menggunakan teknologi frekuensi tinggi. Pengoptimalan WiMAX terletak pada jenis transmitter (beam antena) dan lokasi penggunaannya (dinding, gedung tinggi).

Selain itu, pemancaran transmitter HF dilakukan dengan sistem Beam Shaping. Jadi, mulai standar 802.16a, semua antena pada sebuah base station dapat saling terhubung untuk menyesuaikan beam characteristic terhadap jangkauan dan bandwidth.Teknologi

transmisinya pun tergolong baru. Modulasi sinyal carrier dilakukan secara paralel melalui modulasi Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM).

Berbagai Produk WiMAX



Alpha Network Inc

Alpha Network Inc telah mempunyai produk WiMAX yaitu Alpha Networks' WiMAX CPE untuk indoor/outdoor WiFi and WiMax access.

Airspan

Dalam websitenya Airspan menyatakan bahwa Airspan merupakan pemimpin pasar untuk WiMAX dan broadband wireless dengan 400 customer di 100 negara. Airspan telah membawa solusi nyata untuk jaringan WiMAX, contohnya integrasi dari WiMAX dengan teknologi Wi-Fi dan mengenalkan VoiceMAX. Dalam upaya tersebut semua produk Airspan's Intel-based CPEs mempunyai versi yang didalamnya ditanamkan Wi-Fi Access Point. Kemampuan ini memberi kemudahan untuk WiMAX and Wi-Fi, memungkinkan untuk memberi layanan ke pasar yang bermacam-macam termasuk fixed, nomadic, portable dan mobile WiMAX dengan perangkat Wi-Fi. Airspan berpandangan bahwa sekarang merupakan waktu yang tepat untuk membangun jaringan WiMAX. Teknologi maju yang ditanamkan dalam produk Airspan untuk meyakinkan bahwa jika memulai dengan Fixed WiMAX dan migrasi ke Mobile WiMAX di masa yang akan datang atau pindah ke Mobile WiMAX dari luar, investasi dan jaringan yang telah ada siap untuk peluang di masa yang akan datang.

Air Broadband Comunications. Inc PiMAX™ Wireless IP Router & Base Station

PiMAX Access Control Router(ACR) dan Base Station(BS) adalah elemen utama untuk pengembangan infrastruktur WiMAX/ WiBro(IEEE802.16d/e). Produk PiMAX menyediakan solusi WiMAX dengan biaya efisien, *reliable* dan koneksi *wireless broadband* yang aman ke customer melalui standard teknologi OFDM/OFDMA RF. Produk PiMAX juga memungkinkan manajemen dan kontrol subscriber stations(CPE).

Dan masih banyak lagi produk WiMAX lainnya.

Regulasi WiMAX di Beberapa Negara

WiMAX di Finlandia

Penggunaan WiMAX adalah di frekuensi 3.5 GHz.

Pita Frekuensi lain yang mungkin dari WiMAX dialokasikan sebagai berikut :

- 2300-2400 MHz : FIXED (Wireless cameras), Amateur,
- 2500-2690 MHz: Expansion band for IMT-2000, Mobile satellite (2500-2520 MHz), Fixed radiolinks.(2500.250-2685.750 MHz), Mobile satellite (2670 - 2690 MHz).
- 3300-3400 MHz: RADIOLOCATION (Radars Military use).
- 3600-3800 MHz: Military use, Fixed radiolinks
- 5725-5850 MHz: Amateur (5725 -5830 MHz), Non specific SRDs (5725-5875 MHz), Fixed satellite (5725-5925 MHz), (SRD) Road Transport and Traffic telematics (RTTT) (5795-5805 MHz), amateur and amateur-satellite (5830-5850 MHz).

Badan yang berwenang untuk mengatur masalah frekuensi ini adalah Finnish Communications Regulatory Authority (FIDORA) <http://www.ficora.fi>

WiMAX di Kanada

Band frekuensi yang digunakan adalah 2.3, 2.5, 3.5 and 5.8 GHz

Pita frekuensi lain yang mungkin dari WiMAX dialokasikan sebagai berikut :

- Pita frekuensi 3300-3450 MHz digunakan secara ekslusif oleh pemerintah Kanada.
- Pita Frekuensi 3700-4200 MHz digunakan untuk sistem radio *high-capacity point-to-point* layanan *fixed* menggunakan modulasi digital.

Badan yang berwenang untuk mengatur masalah pita frekuensi di Kanada adalah IndustryCanada: Certification and Engineering Bureau

<http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/incebbhst.nsf/en/Home>

WiMAX di Singapura

Penggunaan WiMAX di Singapura di frekuensi 2.3 GHz, 2.5 GHz dan 5.8 GHz. Di Singapura pita frekuensi 3.5 GHz adalah C-band satelit, Infocomm Development Authority of Singapore (iDA) telah mengadakan sebuah studi tentang C-band downlink dengan system BWA dan telah memutuskan penundaan pembukaan 3.5 GHz untuk Broadband Wireless Access(BWA).

WiMAX di Indonesia

Pemerintah Indonesia mengalokasikan dana sebesar Rp 15 miliar untuk pengembangan perangkat akses komunikasi data nirkabel pita lebar (*broadband wireless access / BWA*), atau kerap pula dikenal sebagai WiMAX. Dana riset ini berasal dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Tujuannya adalah untuk mendorong penyediaan perangkat BWA oleh industri dalam negeri. Dana Riset WiMAX tersebut akan diberikan kepada Institut Teknologi Bandung (ITB) dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) sebagai pendukung unsur riset. Hasil riset itu diharapkan akan diproduksi secara massal oleh swasta.

Menurut **White paper dari Ditjen Postel[5]**, penyelenggara yang diperbolehkan mengikuti seleksi dibagi atas tiga kategori.

- Kategori A merupakan penyelenggara jaringan telekomunikasi yang memiliki infrastruktur telekomunikasi serta telah memiliki penomoran pelanggan dan fasilitas interkoneksi, yaitu: penyelenggara jaringan tetap lokal, penyelenggara jaringan bergerak seluler, penyelenggara jaringan bergerak satelit. Penyelenggara kategori A disediakan untuk melakukan penawaran maksimum 2 blok.
- Penyelenggara kategori B adalah penyelenggara jaringan telekomunikasi dan penyelenggara jasa telekomunikasi selain kategori A. Penyelenggara kategori B diizinkan melakukan penawaran maksimal 2 blok. Sementara penyelenggara kategori C adalah calon penyelenggara baru, terbuka bagi seluruh peminat yang belum memiliki izin penyelenggaraan sesuai dengan kriteria yang akan ditetapkan tersendiri.
- Penyelenggara kategori C disediakan untuk melakukan penawaran maksimum 2 blok. akan dipaketkan ke dalam suatu produk BWA.

Pemerintah memutuskan untuk menunda tender penyelenggaraan akses nirkabel pita lebar (*broadband wireless access/BWA*) di pita 2,3 GHz selama satu tahun. Tender BWA akan diundur hingga tahun depan (2008). Sebenarnya kebijakan penempatan BWA di pita 2,3 GHz memang tidak terlalu populer bagi penyedia perangkat maupun operator lama. Namun bagi operator satelit yang menempati frekuensi 2,5 GHz dan 3,5 GHz serta peminat penyelenggara BWA, hal itu merupakan langkah yang menggembirakan.

WiMAX Business

Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)

Strengths

- Berdasarkan teknik OFDM
- Biaya pengembangan dan operasional yang rendah(sekitar \$33 per rumah vs \$300–600 untuk DSL)
- Kecepatan Tinggi (75 Mbps) dan jangkauan jauh (50 km);
- Dapat diadaptasi dan menpunyai sistem yang dapat dikonfigurasi sendiri
- Kontrol centralized dalam MAC memungkinkan Qos lebih baik

Weaknesses

- Masih memerlukan sumber daya listrik (power) yang tinggi.
- Mobility belum sepenuhnya dirumuskan, dapat berupa implementasi yang rumit.

- Standard tidak semuanya *compatible* dengan teknologi wireless sekarang, contohnya tidak semua standard 802.11 yang secara langsung dapat menerima signal dari 802.16, sehingga perlu adanya WiMAX subscriber baru.

Opportunities

- Infrastruktur wireless kecepatan tinggi.
- Infrastruktur seluler untuk jaringan *covered*

Threats

- Teknologi DSL/ADSL dikembangkan secara luas.
- Penetrasi seluler sangat tinggi dan berkembang.
- Kemungkinan pengembangan luas dari 3G
- Suksesnya perluasan dari standard 802.20

Referensi :

- [1] Johnson James A. "Intel Communications Groups"
<http://infotkjbaqdhat.blogspot.com/2010/01/teknologi-wimax.html>, (Diakses 26 Februari 2011)
- [2] Deepak Pareek "The Business of WiMAX", *John Wiley & Son*, 2006.
- [3] Chang Dean, <http://kodnet.wordpress.com/2009/03/23/apa-itu-wimax/> (Diakses 26 Februari 2011)
- [4] WiMAX Forum, <http://www.wimaxforum.org>, (Diakses 27 Februari 2011)
- [5] White Paper, " Peluang Usaha di Bidang Penyelenggaraan Telekomunikasi", *Ditjen Postel, Direktorat Telekomunikasi*, Desember 2006
- [6] Helfin, "Mengenal lebih jauh tentang WiMAX", pdf, 2007

www resource

- <http://www.wimax.com>
- <http://www.wimaxforum.org>
- <http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/incebbhst.nsf/en/Home>
- <http://www.ficora.fi>
- <http://detikinet.com>
- <http://computer.howstuffworks.com/wimax2.htm>



BIOGRAFI PENULIS

Ginda Firdaus, lahir di Jambi, 11 Oktober 1991. Menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA N 6 Jambi pada tahun 2008. Dan saat ini, sedang menjalani kuliah semester akhir di Universitas Padjadjaran, program studi Teknik Informatika. Adapun Informasi lebih lanjut tentang penulis serta kritik dan saran bisa dikirimkan melalui email.

Terima kasih.

Email : boy_zone11@rocketmail.com