WIRELESS FIDELITY (WIFI)

Standard WiFi

- IEEE 802.11a
- IEEE 802.11b
- IEEE 802.11g

IEEE 802.11a

- Maximum Data Rate is 54 Mbps
- Frequency Band:
  - 5,15 – 5,35 Ghz (U-NII 1) in USA
  - 5,47 – 5,725 GHz (Eropa)
  - 5,725 – 5,85 Ghz
- Modulation: Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM)
- Nominal ERP : +16 dBm with 6 dBi Antenna
- Range: 30 m (indoor) and 300m (Outdoor)
- Maximum number user: up to 256 per Access Point,
- Roaming between Access Point

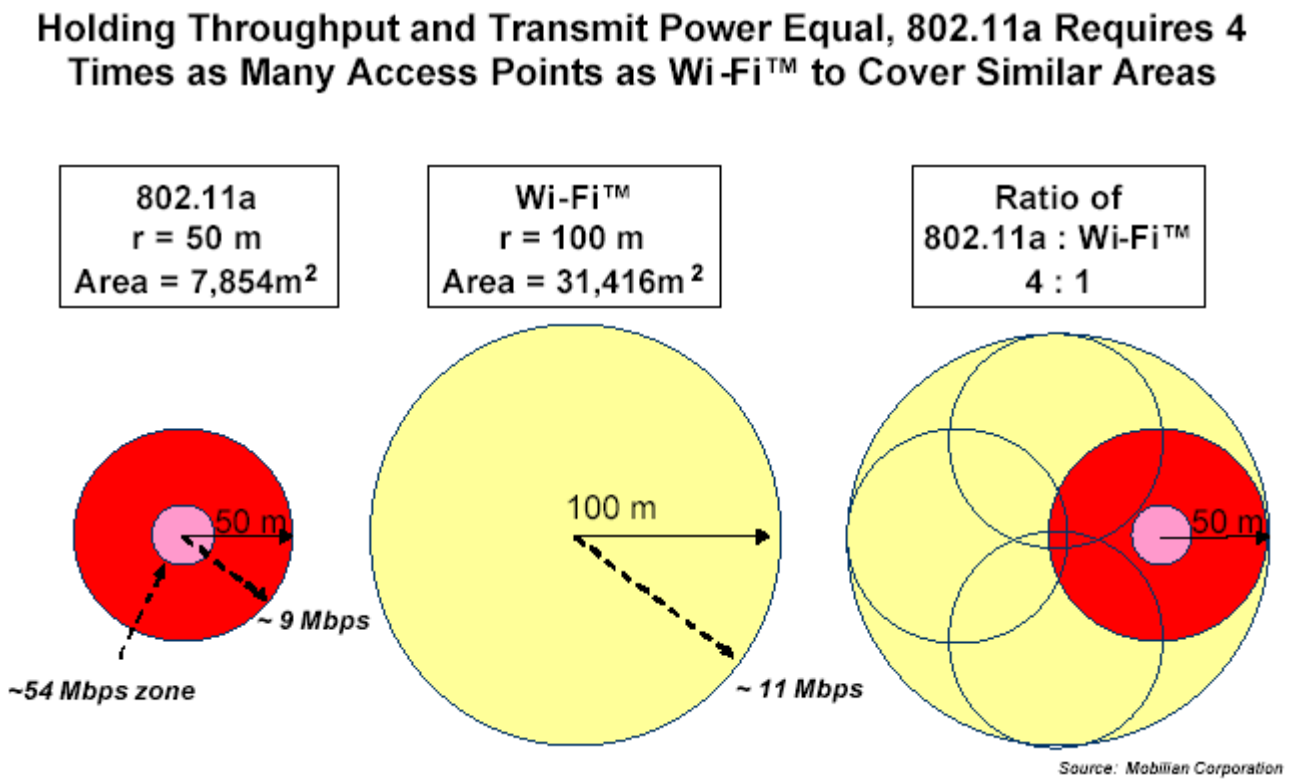
IEEE 802.11b

- 11 Mbps Maximum data rate per kanal
- Frequency : 2,40 – 2,4835 GHz
- Modulation: DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- Nominal ERP : +10 - +23 dBm,
- Range: 90m(indoor) - 450m (outdoor)
- Maximum number user: up to 256 per Access Point,
- Roaming between Access Points

IEEE 802.11g

- 54 Mbps Maximum data rate
- Frequency: 2,40 – 2,4835 GHz
- Modulation: OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- Nominal ERP : +10 - +20 dBm
- Range: 100m (indoor) - 400m (outdoor)
- Maximum number user: up to 256 per Access Point,
- Roaming between Access Points

Cell Radius:
IEEE 802.11a vs IEEE 802.11b



WiFi (802.11x) vs WiMAX (802.16)

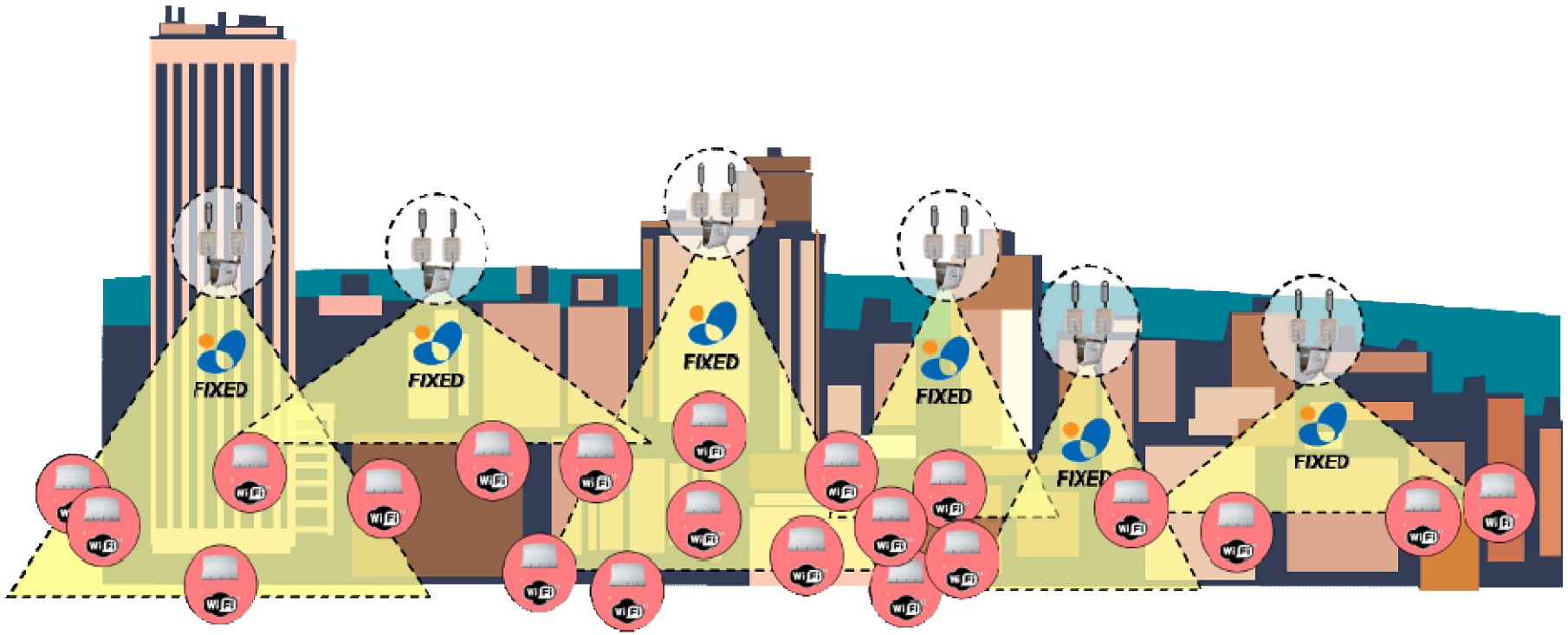
IEEE 802.11 vs 802.16				
	802.11a	802.11b	802.11g	802.16d
Peak data rate	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	75 Mbps
Freq. Band	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2-66 GHz
Range	50 m	100 m	100 m	50 km
Ch. Size	20 MHz	20 MHz	20 MHz	1.5-20 MHz
Spectral Efficiency	2.7 bps/Hz	0.6 bps/Hz	2.7 bps/Hz	5 bps/Hz
Modulation	OFDM	DSSS	OFDM	OFDM
QoS	No	No	No	Yes

- We think WiFi and WiMAX can co-exist in the near term, due to less possibility of WiMAX PC card in the market soon because of tech., power, and cost. So, WiMAX could be a backhaul for WiFi hot-spots.

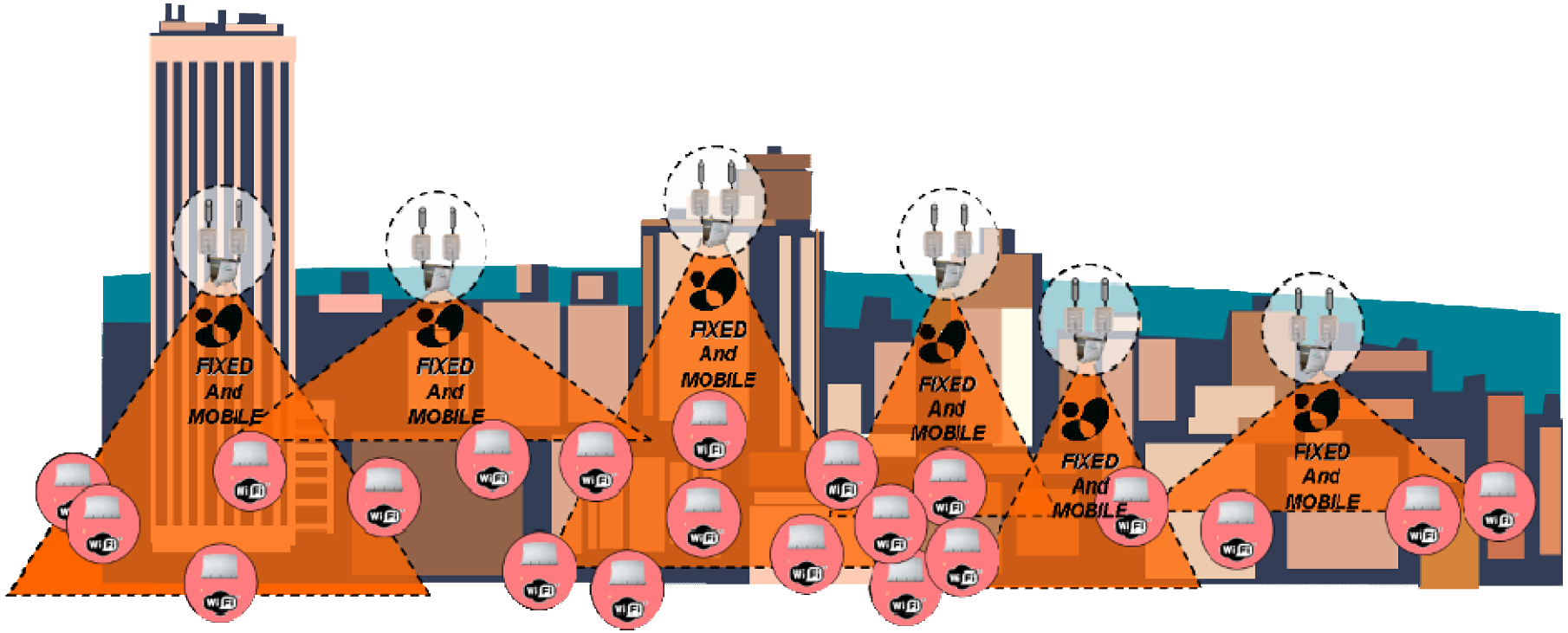
Perbandingan WiFi & WiMax

	WiFi (802.11)	**WiMAX (802.16)**	**Technical difference**
Jarak	± 300 kaki	30 mil diameter 4-6	Lebih toleransi terhadap "multipath delay spread (reflection)
Cakupan kualitas	Optimal untuk indoor	Outdoor NLOS Standar kualitas didukung oleh teknik antena yang canggih	802.16 : 256 OFDM (versus 64 OFDM) modulasi adaptive
Skalabilitas frekuensi	Lebar pita frekuensi tetap : 20 MHz, yang menjadi kendala perencanaan sel	Penggunaan spektrum frekuensi yang ada : fleksibel	3 non-everlapping 802.11b channels 5 non-overlapping 802.11a channels 802.16 :limited by available spectrum
Kecepatan Bit	2.7 bps/Hz peak > 54 Mbps in 20 MHz channel	5 bps/Hz peak > 100 Mbps in a 20 MHz	802.16 : kecepatan PHY bertambah, efisiensi MAC konstan
QoS	Tidak didukung QoS Sesuai standar IEEE 802.11e	QoS built into MAC; Voice/video dan dibedakan level-level layanan	802.11 : contention-based MAC (CSMA) 502.16 : grant request MAC

Integrasi WiMAX & WiFi



WiMAX Overlay dng WiFi



What is WiMAX?

(*Worldwide Interoperability for Microwave Access*)

- A Standar for Wireless Metropolitan Area Network (W-MAN) originally.
- First standar called IEEE 802.16 was publish in end of 2001, followed by IEEE 802.16a in 2003.
- Support peak data rate up to 75 Mbps, and max. range about 50 km.
- Intended for applications like Fixed Wireless Access, Feeder (backhaul) link, and celluler.
- As an alternatives of fiber optics link, cable modem, and DSL with apparantly cheaper cost and longer range.

WiMAX Forum

- To standardize IEEE 802.16x.
- To promote mass adoption of the technology
- To certify a compatibility and interoperability between broadband equipments
- 150 Companies member worldwide. Intel is the main backer of WiMAX

List of WiMAX forum member		
IC Vendor	**OEM**	**Operator**
Analog Devices	Alcatel	AT&T
Atheros	Siemens	British Telecom
Fujitsu	ZTE	France Telecom
Intel	Alvarion	Qwest
RF Magic		Covad
Source: Wimax Forum		

Overview of WiMAX Technology

- IEEE 802.16 initialy work on 10 – 66 GHz which require LOS, while 802.16a use 2 – 11 GHz spectrum and able to work in NLOS.
- Both standars support ATM and packet transmission, with apparantly optimal data rate per user between 300 kbps – 2 Mbps, and range 5 – 8 km.
- The system is designed both to work at licensed-band and unlicensed-band.
- By early 2005, WiMAX forum expect to begin certifying equipments in 3.4 – 3.6 GHz (licenced) and 5.8 GHz (unlicensed) for TDD and FDD system.

Overview of WiMAX Technology

- 802.16d seems to appear very soon (Q32004). This version use sub-channelization that allows lower and cheaper Power Amp., and smart antenna which maximize power and range.
- By end of 2004, we expect IEEE to release 802.16e which intend to support mobility (HO and roaming), i.e to be used as a celluler system. It could work on NLOS, and can support mobility up to 120 km/h

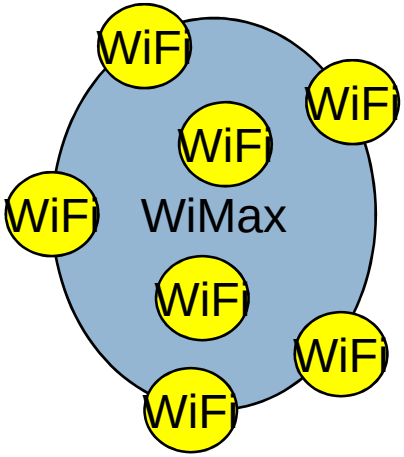
DASAR TEORI

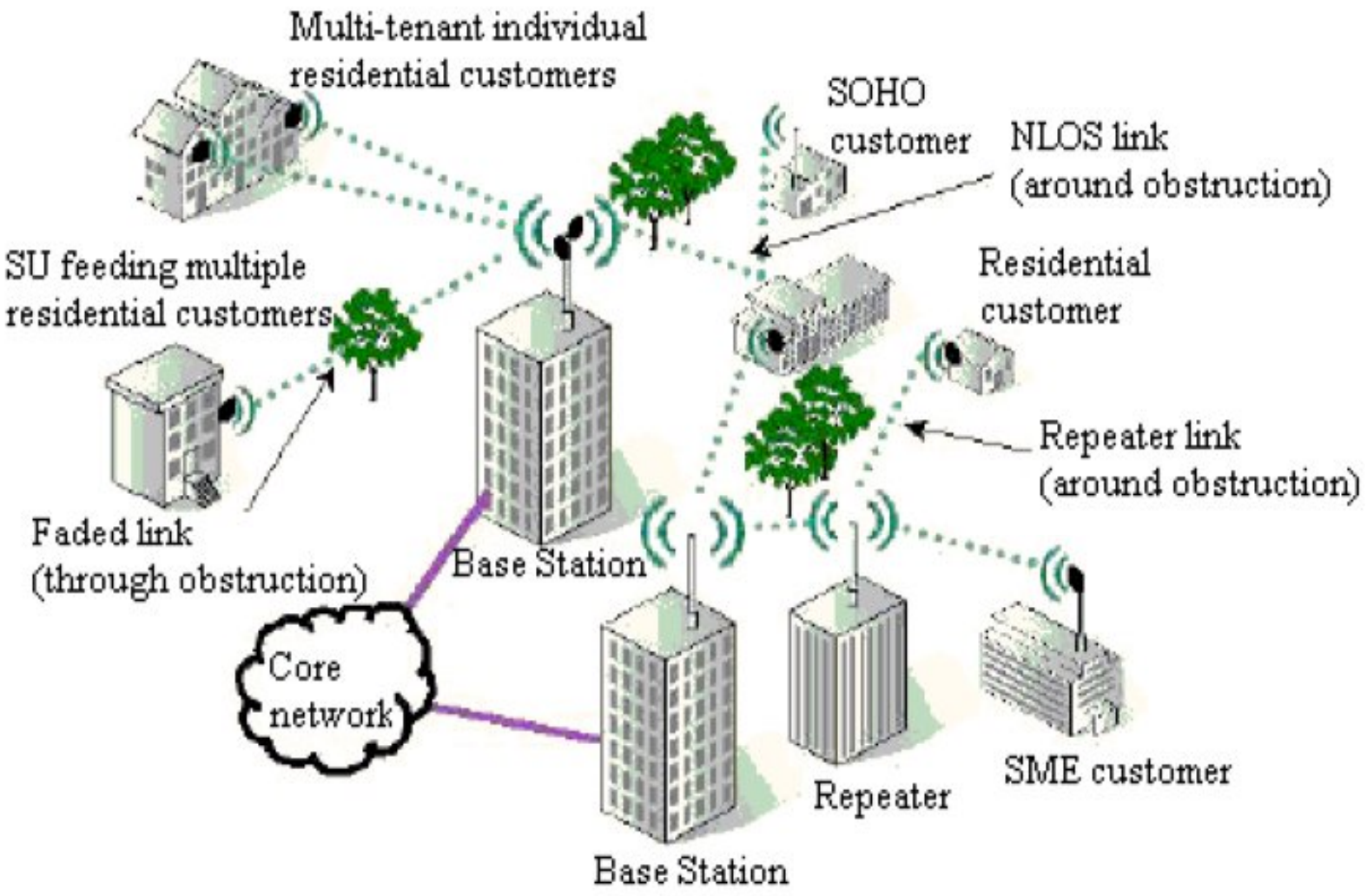
I. Teknologi WiMax

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) adalah standart Broadband Wireless Access dengan kemampuan menyediakan layanan data berkecepatan tinggi. Tekonologi WiMax merupakan pengembangan dari teknologi WiFi yang didisain untuk kondisi non-LOS (non-Line Of Sight).

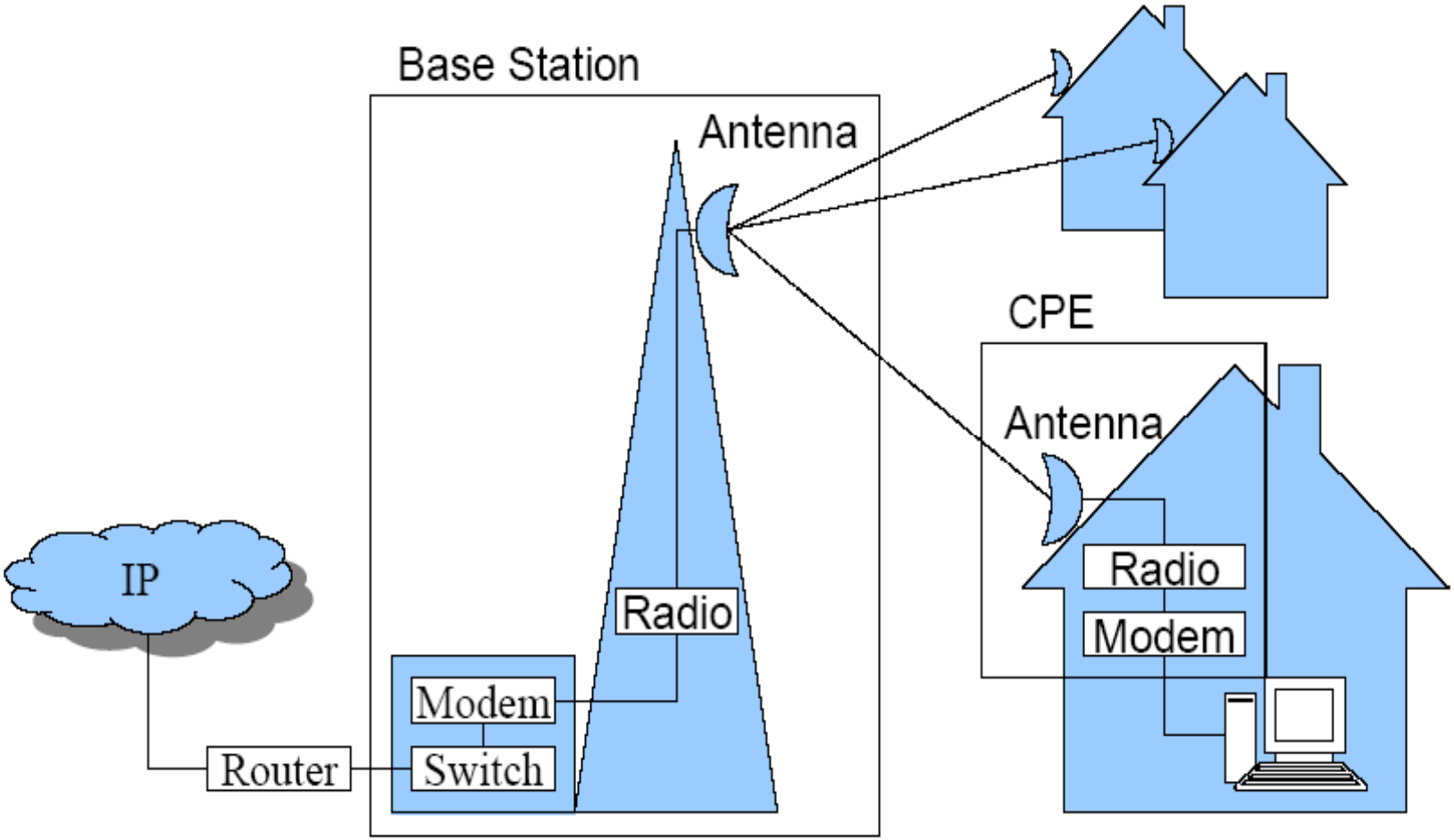
WiMax Network

- WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) dirancang sebagai jaringan
  - Intermediate berjangkauan 50 km (otomatis menggantikan fungsi WiFi (*wireless Fidelity*) jarak jauh 2 sd 3 km yang banyak digunakan saat ini)
  - bitrate maksimum 75 Mbps
  - Protokol inti independen, sehingga dapat mendukung ATM, IP, Ethernet
  - Menggunakan basis pengalamatan generik IEEE MAC 48 bit
    - tidak menggunakan metoda akses LAN (Ethernet)
    - menggunakan format paket khusus yang mampu menampung lebih banyak PDU MAC





Topologi WiMax di perkotaan dan pedesaan

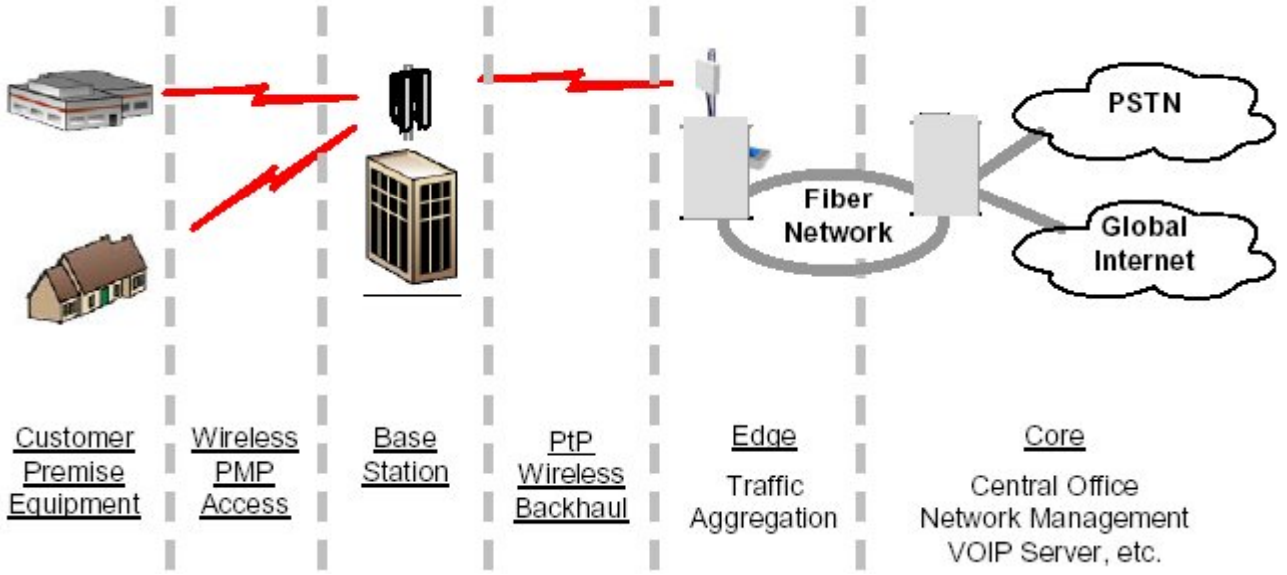

Base Station
Antenna
CPE
Antenna
IP
Radio
Radio
Modem
Modem
Router
Switch

P2MP

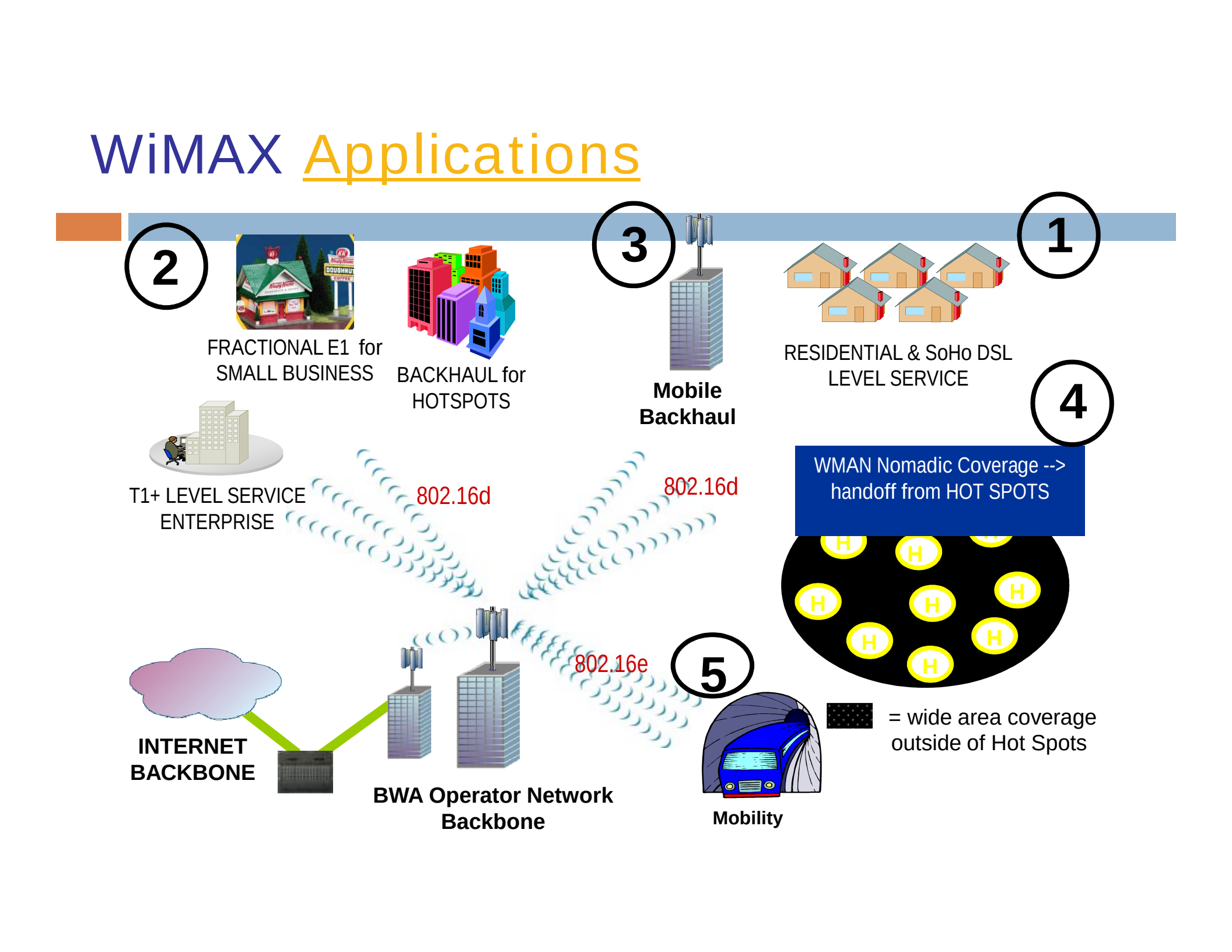
II. Standarisasi WiMax

Teknologi WiMax diimplementasikan sesuai standar IEEE 802.16, dimana standar ini merupakan pengembangan dari IEEE 802.11 yang merupakan acuan standarisasi WiFi. Jadi dapat dikatakan bahwa teknologi WiMax merupakan pengembangan dari teknologi WiFi.

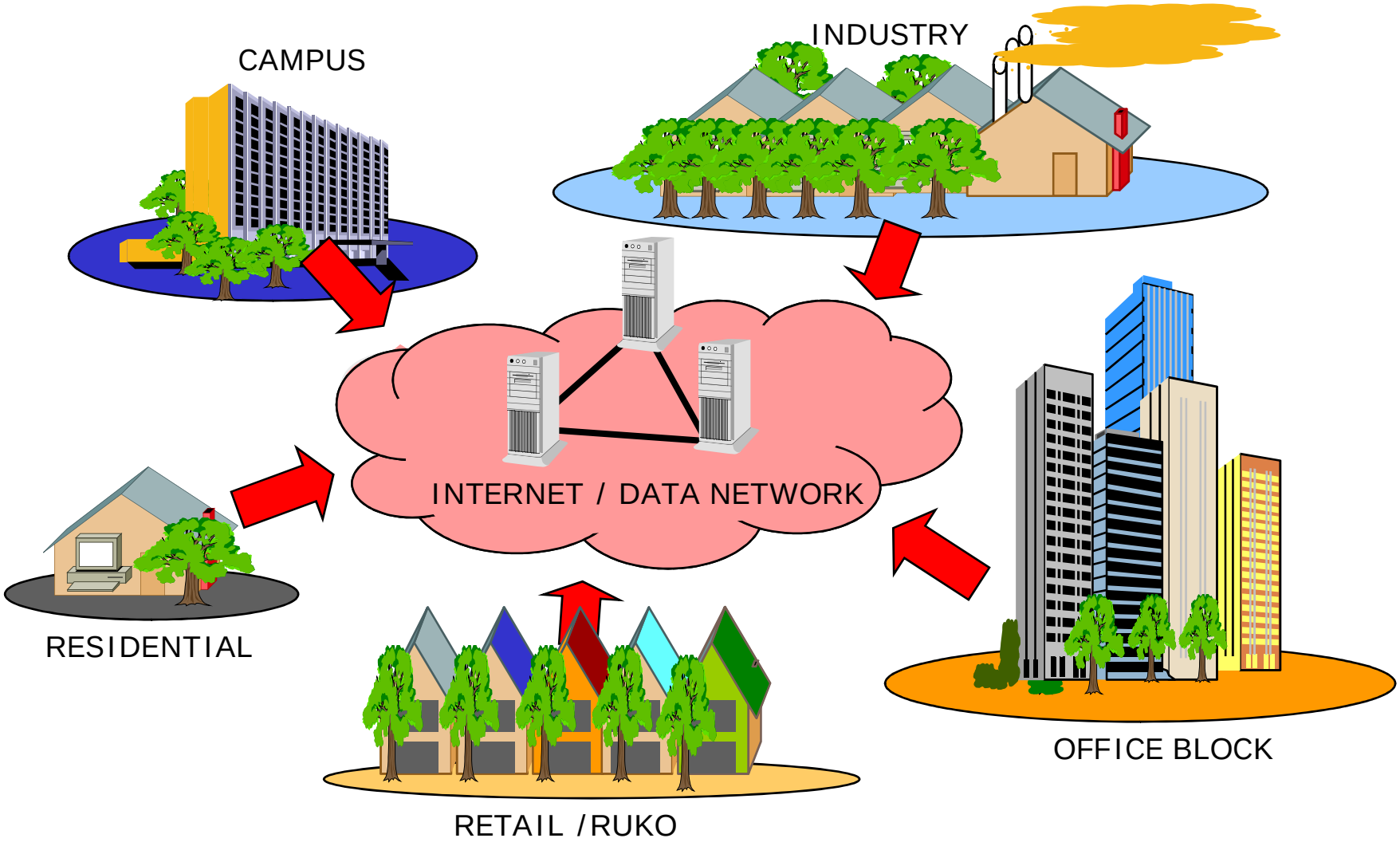
Network Description



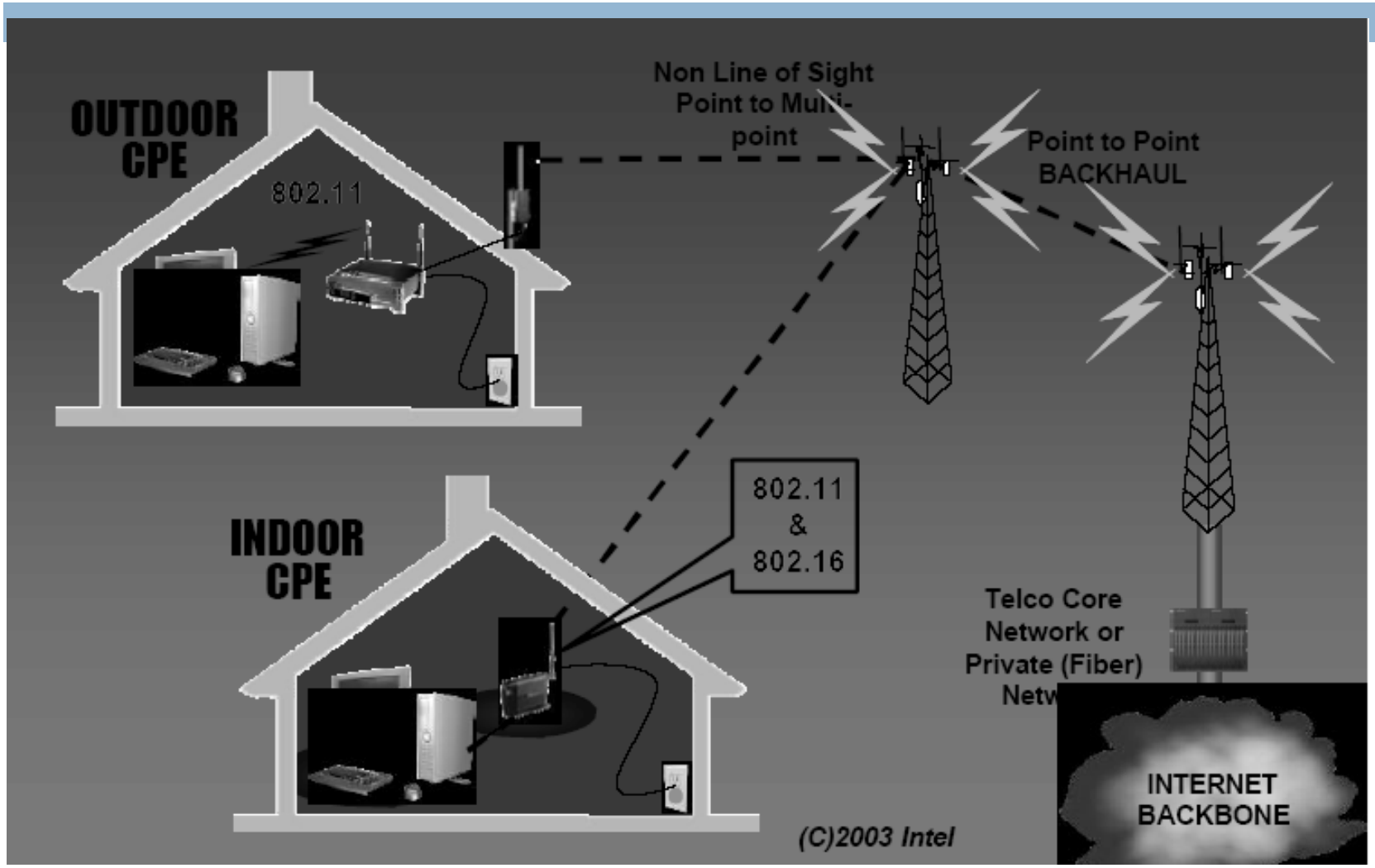
WiMAX Applications



Siapa Perlu WiMAX ?



WiMAX consumer last mile



Model Layanan Baru WiMAX

Broadband, But Fixed



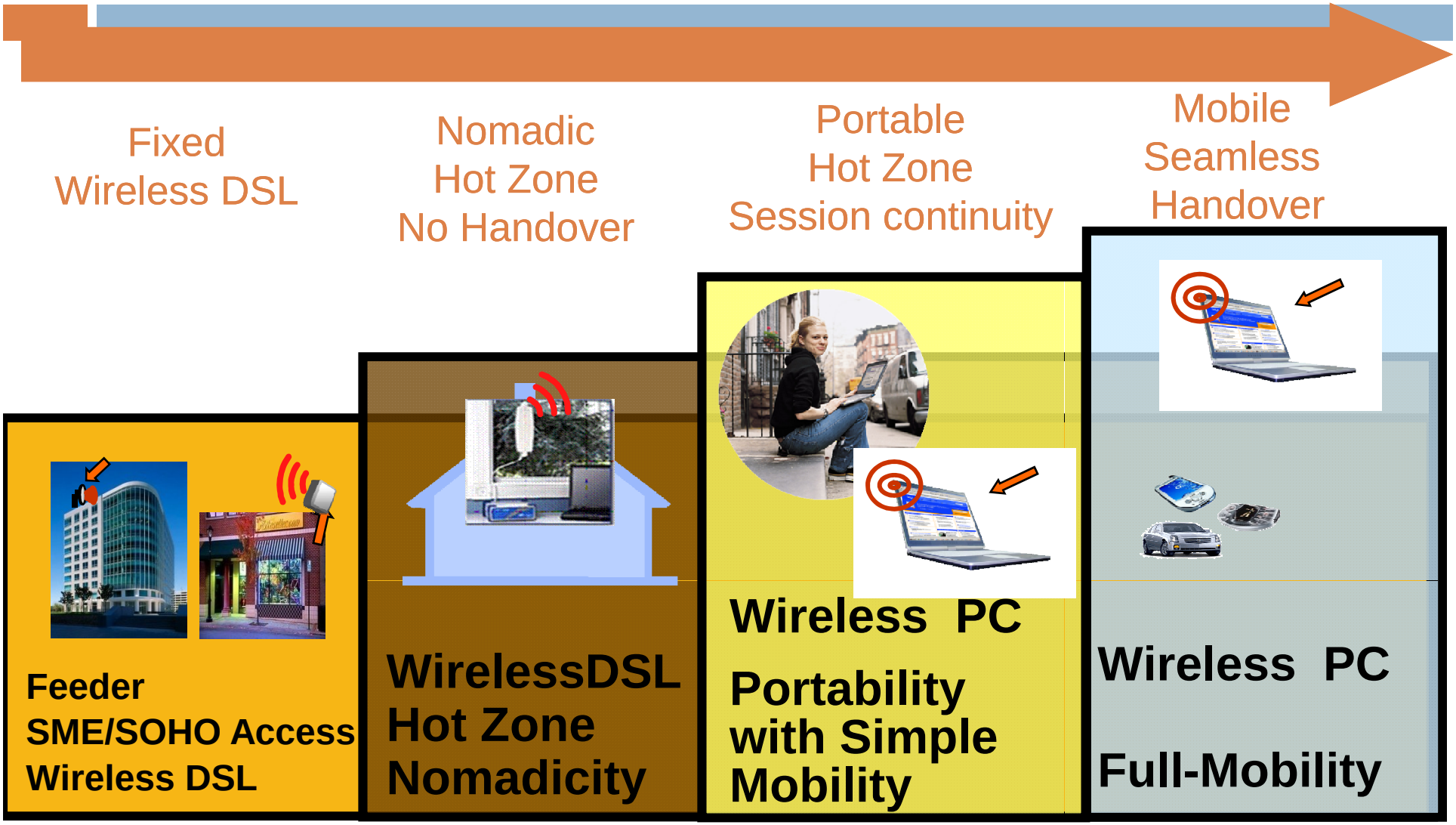
Mobile, But Narrowband



Fixed, Portable & Mobile Broadband



Evolusi Market WiMAX



IEEE 802.16 Standard

	802.16	802.16a/HiperMAN	802.16e
Completed	December 2001	January 2003 (802.16a)	Estimate mid `04
Spectrum	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Channel Conditions	Line of Sight Only	Non Line of Sight	Non Line of Sight
Bit Rate	32 – 134 Mbps in 28MHz channel bandwidth	Up to 75 Mbps in 20MHz channel bandwidth	Up to 15 Mbps in 5MHz channel bandwidth
Modulation	QPSK, 16QAM and 64QAM	OFDM 256 sub-carriers QPSK, 16QAM, 64QAM	Same as 802.16a
Mobility	Fixed	Fixed, Portable	Nomadic Mobility
Channel Bandwidths	20, 25 and 28 MHz	Scalable 1.5 to 20 MHz	Same as 802.16a with UL sub-channels
Typical Cell Radius	2-5 km	7 to 10 km Max range 50 km	2-5 km

Perbedaan Teknologi

II.1 Perbedaan Teknologi IEEE 802.11 Dan Teknologi IEEE 802.16

	IEEE 802.11	IEEE 802.16	Perbedaan Teknis
Jarak	Dibawah 9 Km	Hingga 50 Km	Teknik 256 *FFT* sistem *signaling*nya menciptakan fitur ini.
Coverage	Optimal jika bekerja di dalam ruangan	Dirancang untuk penggunaan diluar ruangan dengan kondisi *NLOS*	IEEE 802.16 memiliki sistem gain yang lebih tinggi, meng-akibatkan sinyal lebih kebal terhadap halangan dalam jarak yang lebih jauh.
Skalabilitas	Skala pengguna-annya hanya dalam tingkat *LAN*. Ukuran frekuensi kanalnya dibuat *fix* (20 MHz)	Dibuat untuk men-dukung sampai 100 pengguna. Ukuran frekuensi kanal dapat bervariasi mulai dari 1,5 sam-pai dengan 20 MHz.	Sistim *TDMA* dan peng-aturan *slot* komunikasi, sehingga semua frekuensi yang termasuk dalam *range* IEEE 802.16 dapat dipakai serta jumlah pengguna dapat bertambah.
Bit Rate	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 *error* yang lebih fleksibel, sehingga penggunaan freku-ensi kanal lebih *effisien*.
QoS	Tidak mendukung *QoS*	*QoS* dibuat dalam *layer MAC*	Adanya pengaturan secara otomatis terhadap slot-slot *TDMA*, sehingga dimanfa-atkan untuk peng-aturan *QoS*.

II.2 Varian-Varian IEEE 802.16

	IEEE 802.16	**IEEE 802.16a**	**IEEE 802.16e**
Terstandarisasi	Januari 2002	Januari 2003 (*IEEE* 802.16a)	Estimasi pertengahan 2004
Spektrum	10 – 66 GHz	2 – 11 GHz	< 6 GHz
Kondisi Kanal	*Line Of Sight*	*Non Line Of Sight*	*Non Line Of Sight*
Bit Rate	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
Modulasi	*QPSK*, 16 QAM dan 64 QAM	*OFDM* 256 256 sub-carrier, QPSK, 16 QAM, 64 QAM	*OFDM* 256 *sub-carrier*, *QPSK*, 16 QAM, 64 QAM
Mobilitas	Perangkat *wireless* tetap	Perangkat *wireless* tetap dan portabel	*Nomadic Mobility*
Frekuensi Per Kanal	20, 25 dan 28 MHz	Mulai dari 1,5 hingga 20 MHz	Mulai dari 1,5 hingga 20 MHz
Radius Per *Cell*	2 sampai 5 Km	7 – 10 Km dengan kemampuan maksimal hingga 50 Km	2 – 5 Km

WiMAX

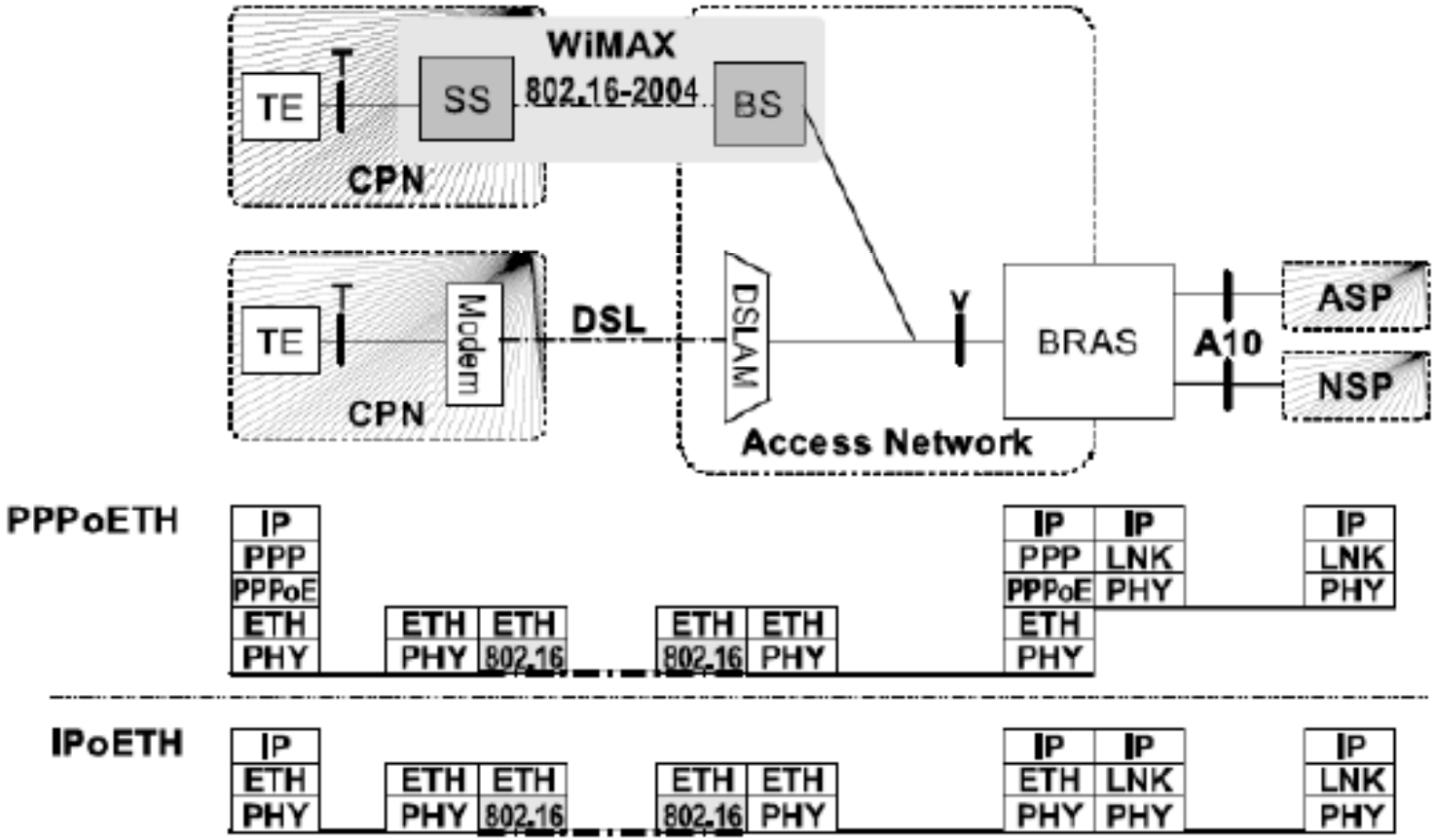
Another Broadband Access Technology

	WiFi 802.11g	WiMAX 802.16-2004*	WiMAX 802.16e	CDMA2000 1x EV-DO	WCDMA / UMTS
Approximate max reach (dependent on many factors)	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)
Typical Frequency bands	2.4 GHz	2-11 GHz	2-6 GHz	400,800,900, 1700, 1800, 1900 2100 MHz	1800, 1900, 2100 MHz
Availability	Now	Ratified in June 2004, products in 2005	Expected ratification in Q3 2005, products in 2006	Now	Now
Application	Wireless LAN	Fixed Wireless Broadband (eg-DSL alternative)	Portable Wireless Broadband	Mobile Wireless Broadband	Mobile Wireless Broadband

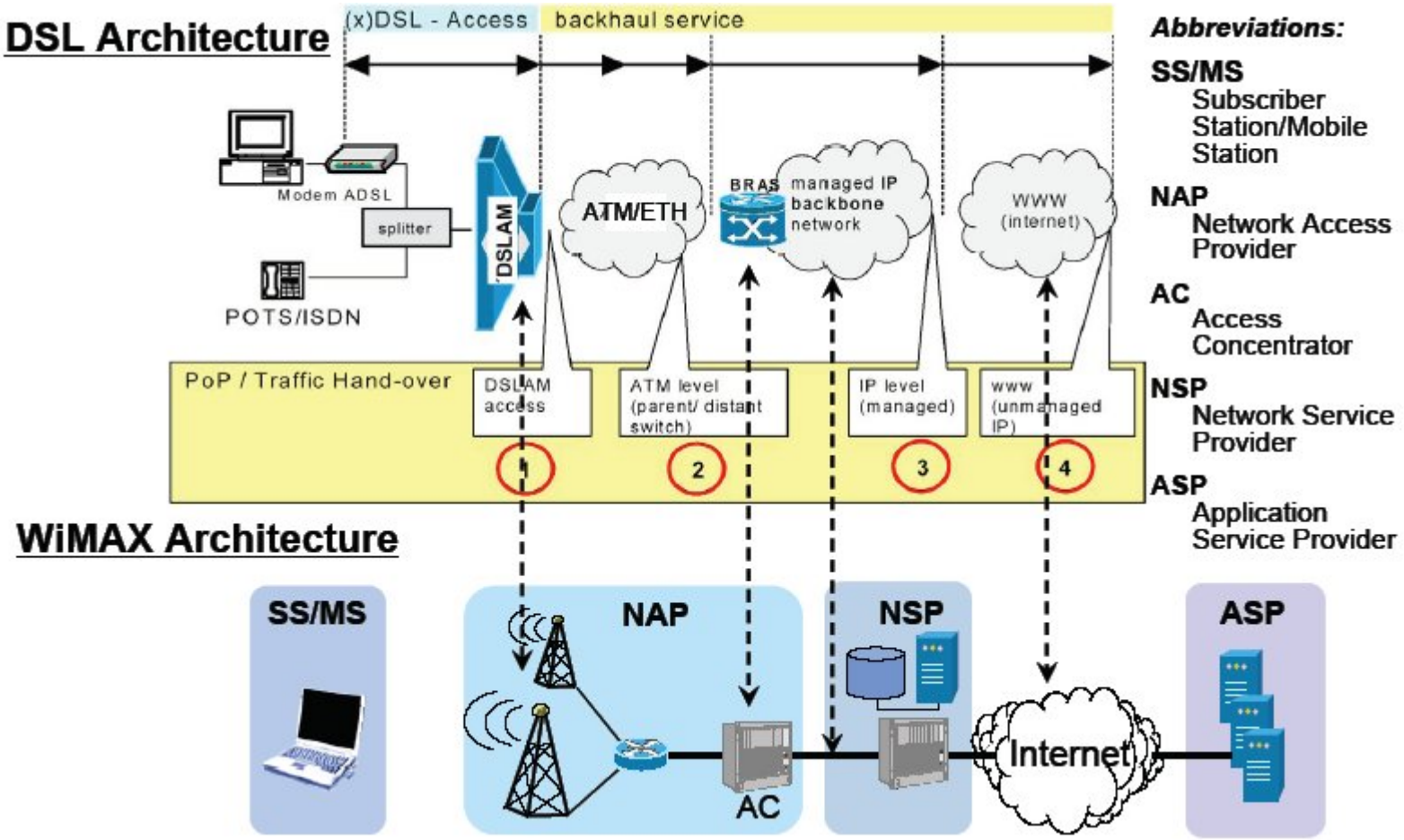
* Ratified in June 2004, the 802.16-2004 standard is a superset of that previously known as 802.16a REVd.

Combine DSL WiMAX

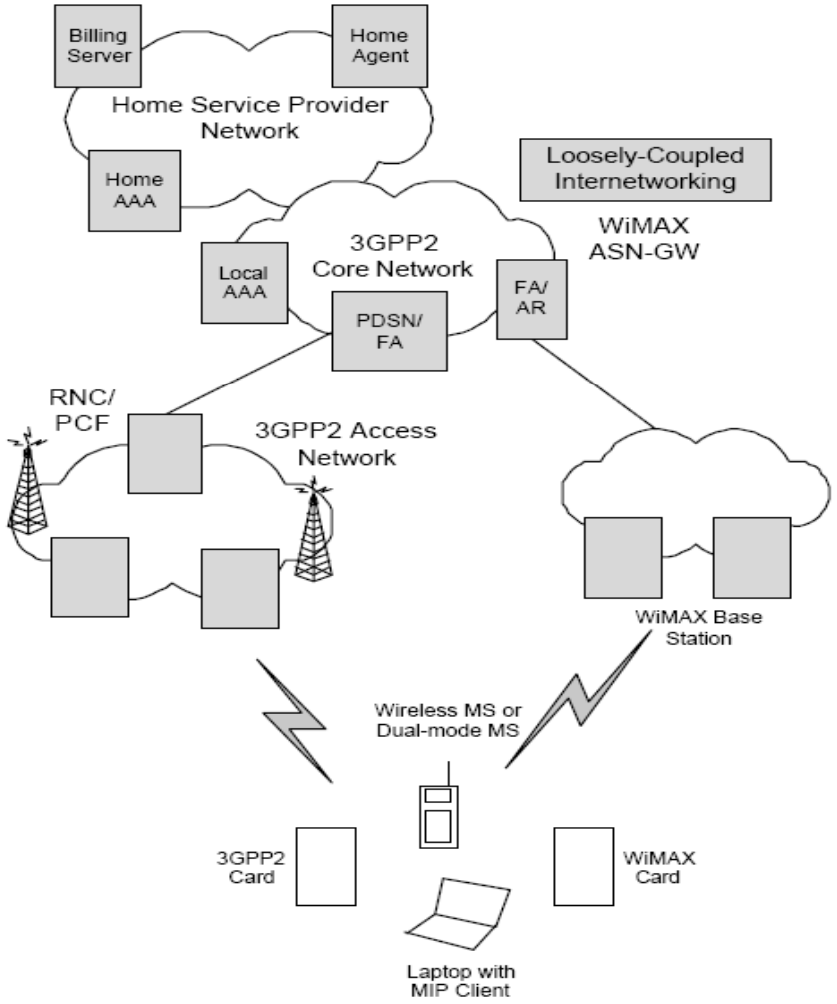
- **Fixed WiMAX**



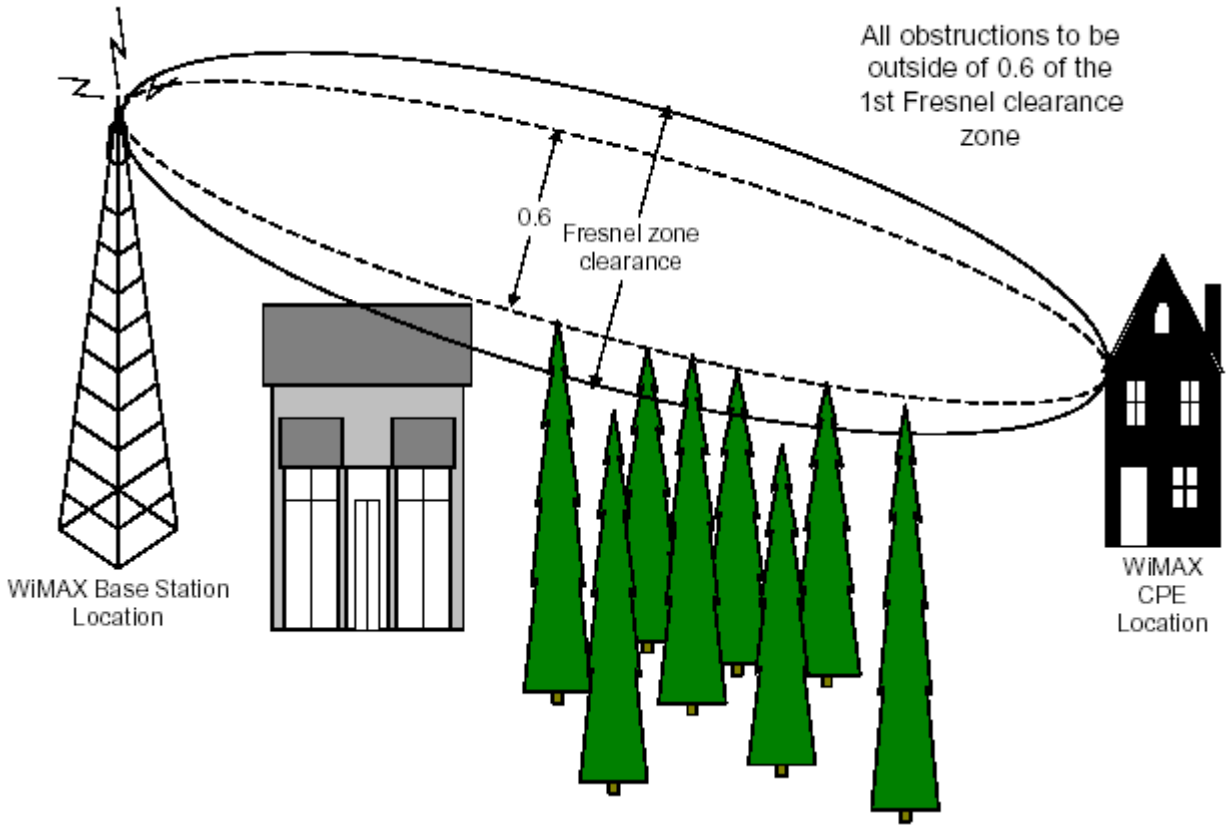
DSL vs WiMAX


DSL Architecture
(x)DSL - Access
backhaul service
Modem ADSL
splitter
POTS/ISDN
DSLAM
ATM/ETH
BRAS
managed IP backbone network
WWW (internet)
PoP / Traffic Hand-over
DSLAM access
ATM level (parent/ distant switch)
IP level (managed)
www (unmanaged IP)
1
2
3
4
WiMAX Architecture
SS/MS
NAP
NSP
ASP
AC
Internet
Abbreviations:
SS/MS
Subscriber Station/Mobile Station
NAP
Network Access Provider
AC
Access Concentrator
NSP
Network Service Provider
ASP
Application Service Provider

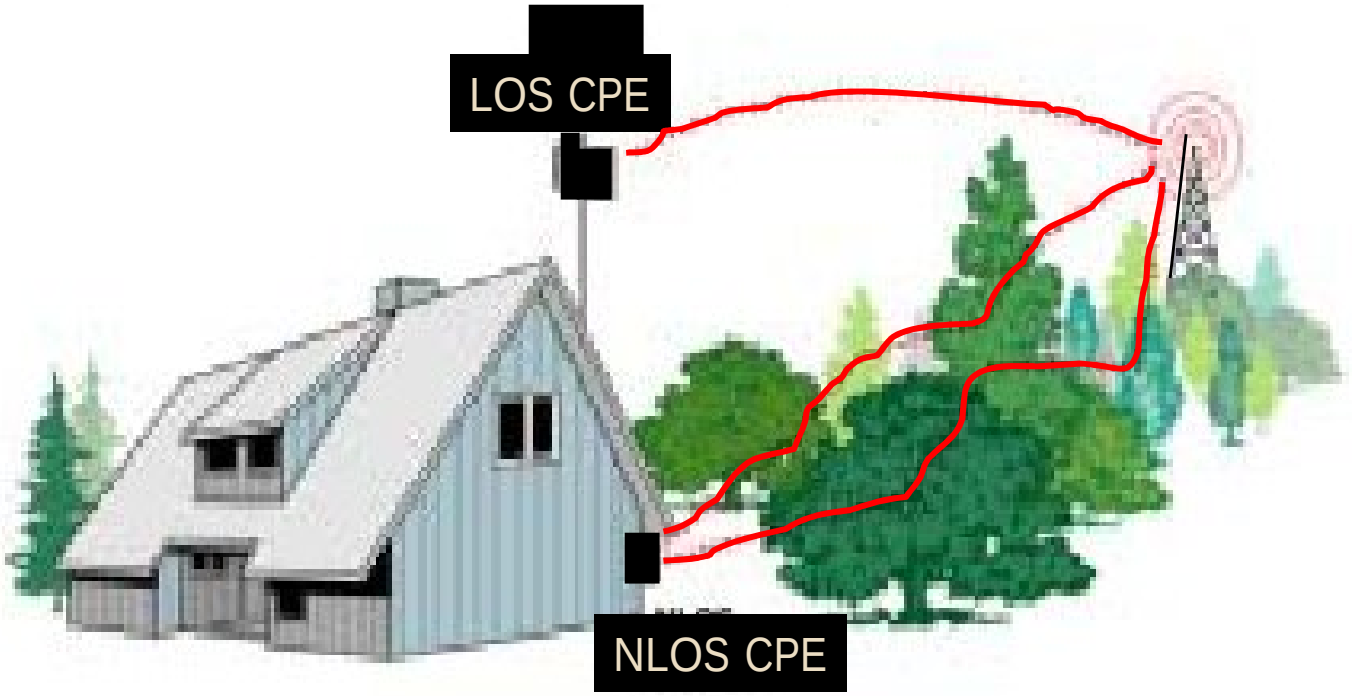
Interworking WiMAX & 3GPP2



Propagation : LOS



Propagation : Non-LOS



Technology Solutions

WiMAX technology, solves or mitigates the problems resulting from NLOS conditions by using:

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

III. Jenis Layanan

Adapun jenis layanan yang didukung oleh teknologi WiMax dapat dikelompokkan berdasarkan prioritas yang paling utama, yaitu :

1. UGS (Unsolicited Grant Service)

   UGS merupakan jenis layanan yang membutuhkan jaminan transfer data dengan prioritas yang paling utama. Adapun kriteria untuk jenis layanan ini adalah :

- Maximun dan minimum bandwith yang ditawarkan.
- Membutuhkan jaminan Real-Time.
- Layanan yang sensitive pada throughput, latency dan jitter seperti layanan TDM (Time Division Multiplexing).
- Contoh layanan : VoiP, T1/E1 dan ATM CBR.

2. Non-Real Time Polling Service (NRTPS)

   Kriteria jenis layanan ini dapat dikarakteristikkan sebagai berikut :

- Membutuhkan throughput yang intensif dengan jaminan garansi minimal pada latency.
- Jenisnya harus non-real-time dengan regular variable size burst.
- Layanan yang mungkin diperluas samapai full-bandwidth tetapi dibatasi oleh kecepatan maximum yang sudah ditentukan.
- Garansi rate diperlukan tetapi delay tidak digaransi.
- Contoh layanan : video dan audio streaming.

3. Real Time Polling Service (RTPS)

Kriteria jenis layanan ini dapat dikarakteristikkan sebagai berikut :

- Sensitif terhadap throughput dan latency dengan toleransi yang longgar jika dibandingkan dengan UGS.
- Jenis layanan yang bersifat : real-time service flows dan periodic variable size data packets (variable bit rate).
- Garansi rate dan syarat delay telah ditentukan.
- Contoh layanan : MPEG video, VoIP, video conference.

4. Best Effort (BE)

Kriteria jenis layanan ini dapat dikarakteristikkan sebagai berikut :

- Layanan yang kurang memprioritaskan kecepatan data (best effort).
- Tidak ada jaminan (requirement) pada rate atau delay-nya.
- Contoh layanan : internet (web browsing), email dan FTP.

QoS Layanan WiMax

		BANDWIDTH		LATENCY		JITTER	
Class	Application	Guideline		Guideline		Guideline	
1	Interactive Gaming	Low Bandwidth	50 kbit/s	Low Latency	80ms	N/A	
2	Voice Telephone (VOIP) Video Conference	Low Bandwidth	32-64 kbit/s	Low Latency	160ms	Low Jittering	<50ms
3	Streaming Media	Moderate to High Bandwidth	<2 Mbit/s	N/A		Low Jittering	<100 ms
4	Instant Messaging Web Browsing	Moderate Bandwidth	2 Mbit/s	N/A		N/A	
5	Media Content Download	High Bandwidth	10 Mbit/s	N/A		N/A	

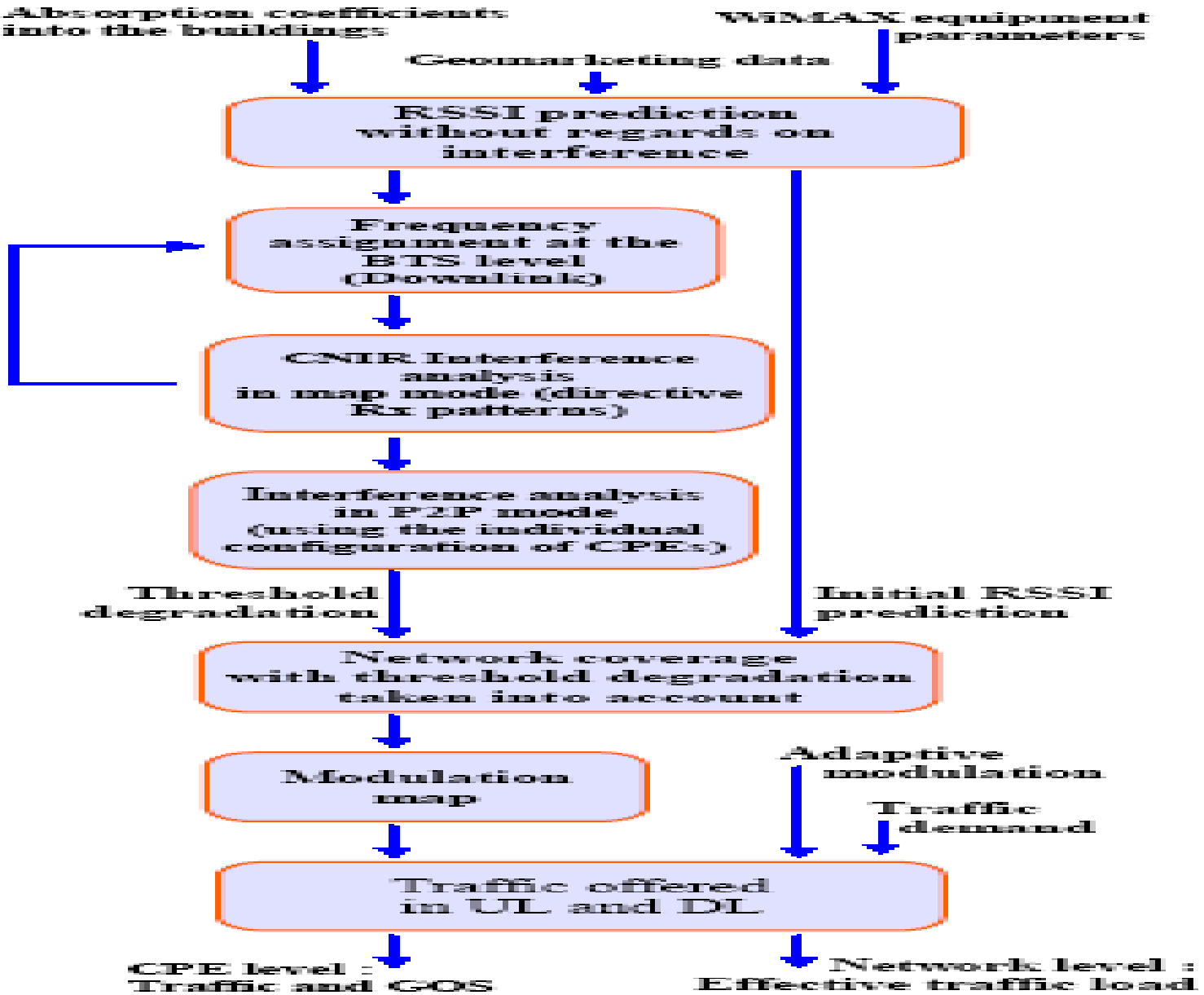
Network Planning Concept (1/2)

- Bagaimana membagi bitrate WiMax ke jaringan akses WiFi
  - Berapa jaringan akses WiFi yang bisa didukung oleh 1 WiMax? fungsi(jumlah WiFi, jumlah user / WiFi, jenis teknologi WiFi)
  - Berapa kerugian troughput akibat perbedaan protokol? fungsi(konversi protokol, besar header dll)
  - Troughput real yang didapat oleh user?

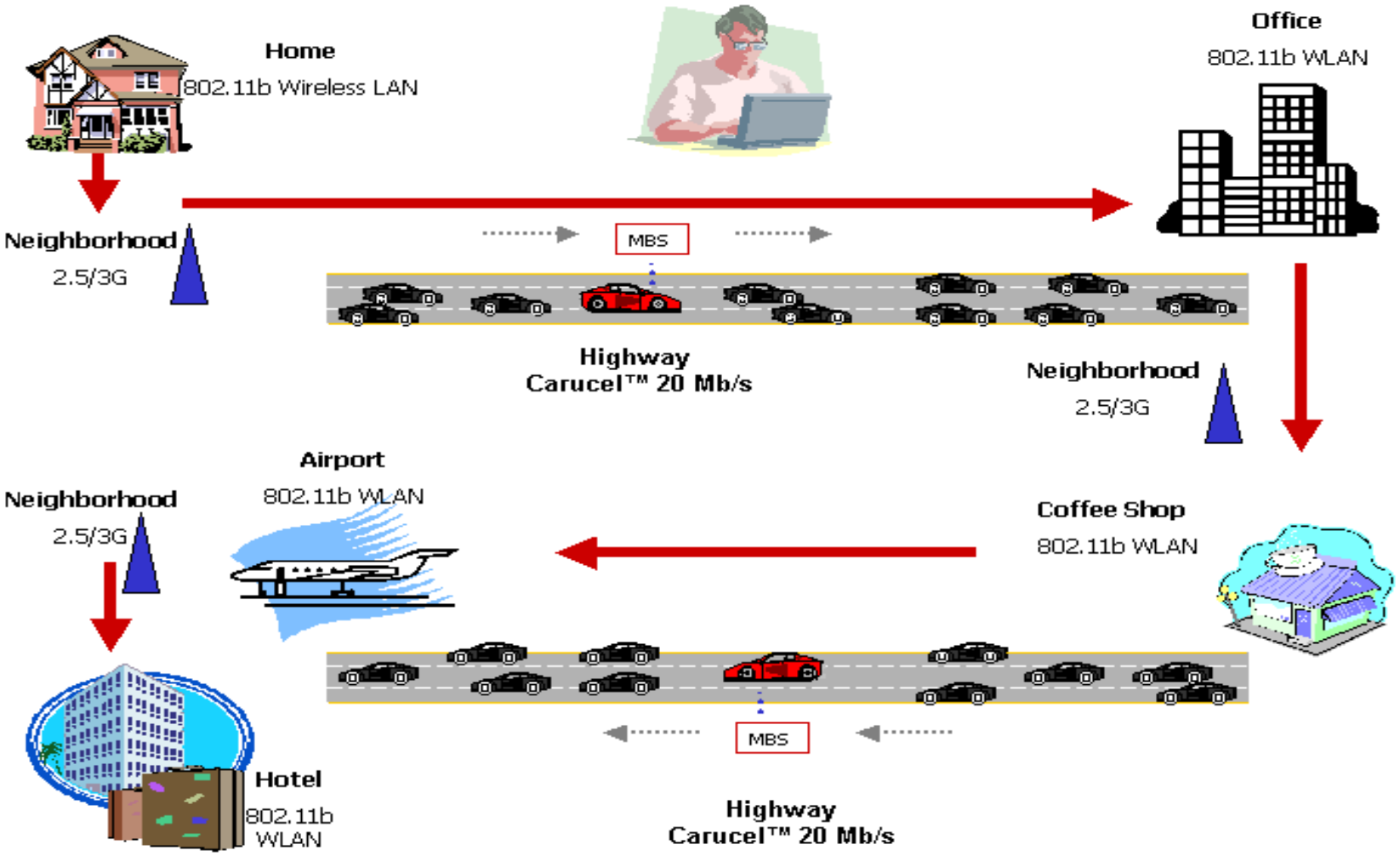
Network Planning Concept (2/2)

- Bagaimana mendisain arsitektur integrasi WiMax dan WiFi yang bisa memenuhi QoS tertentu
  - Penggunaan internet
  - Penggunaan hiburan
  - Penggunaan komunikasi voice/video
- Bagaimana mendisain jaringan terintegrasi berdasarkan fungsi jumlah user dan luas wilayah
- Bagaimana mendisain jaringan terintegrasi yang menjamin keamanan data

Typical Planning Process



Mobile Broadband Infrastructure

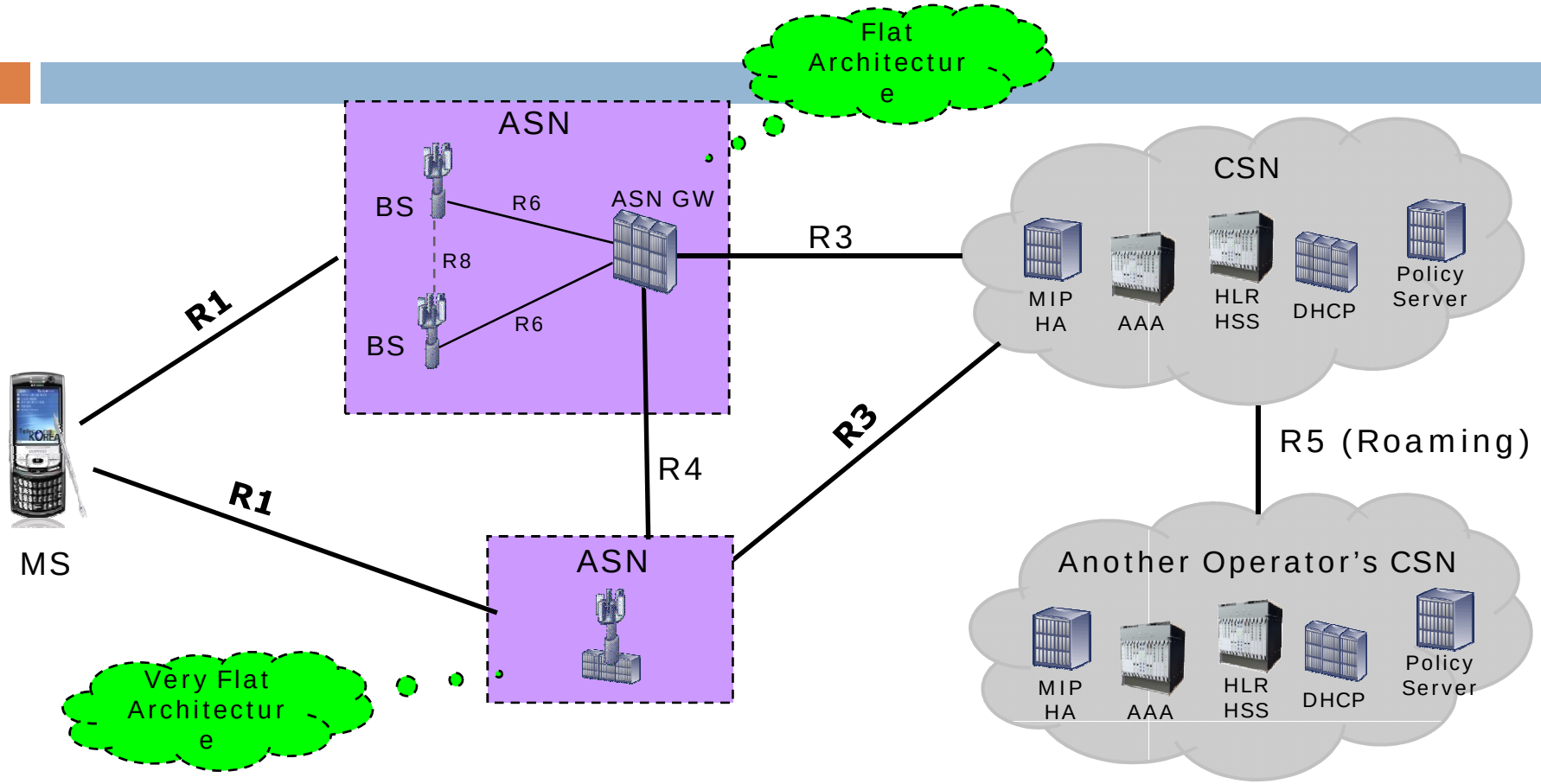


Mobile WiMAX Media Access

WiFi	Mobile WiMAX	Cellular
☐ CSMA/CA ☐ Efficient for unpredictable traffic in an unlicensed band ☐ Inefficient for predictable traffic (voice) ☐ "Sharing model" designed for unlicensed band ☐ No control of resource allocation policy	• Fast dynamic scheduling • Contention access for bandwidth requests only • Resource allocation exclusively by BS – retains tight policy control by network • Efficient for both bursty, unpredictable traffic and voice	• Static Allocation (slot or code based) • Efficient for voice traffic • Inefficient for bursty traffic (email, http)

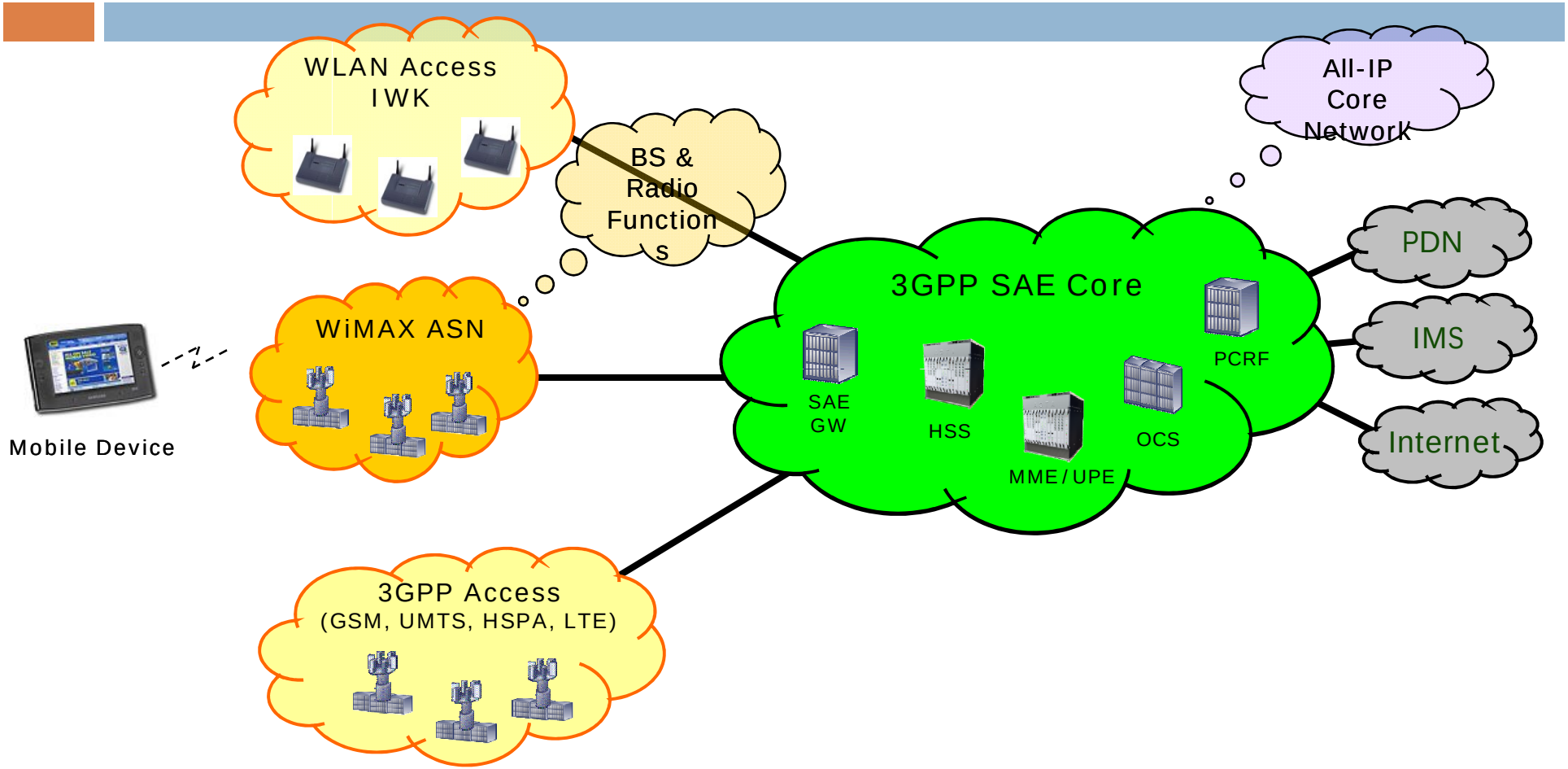
Optimal MAC for Mobile Internet

Mobile WiMAX Network Flat & Very-Flat Architectures



Mobile WiMAX networks offer co-existence & interoperability of Flat and Very-Flat solutions

Mobile WiMAX- 3GPP SAE Interworking

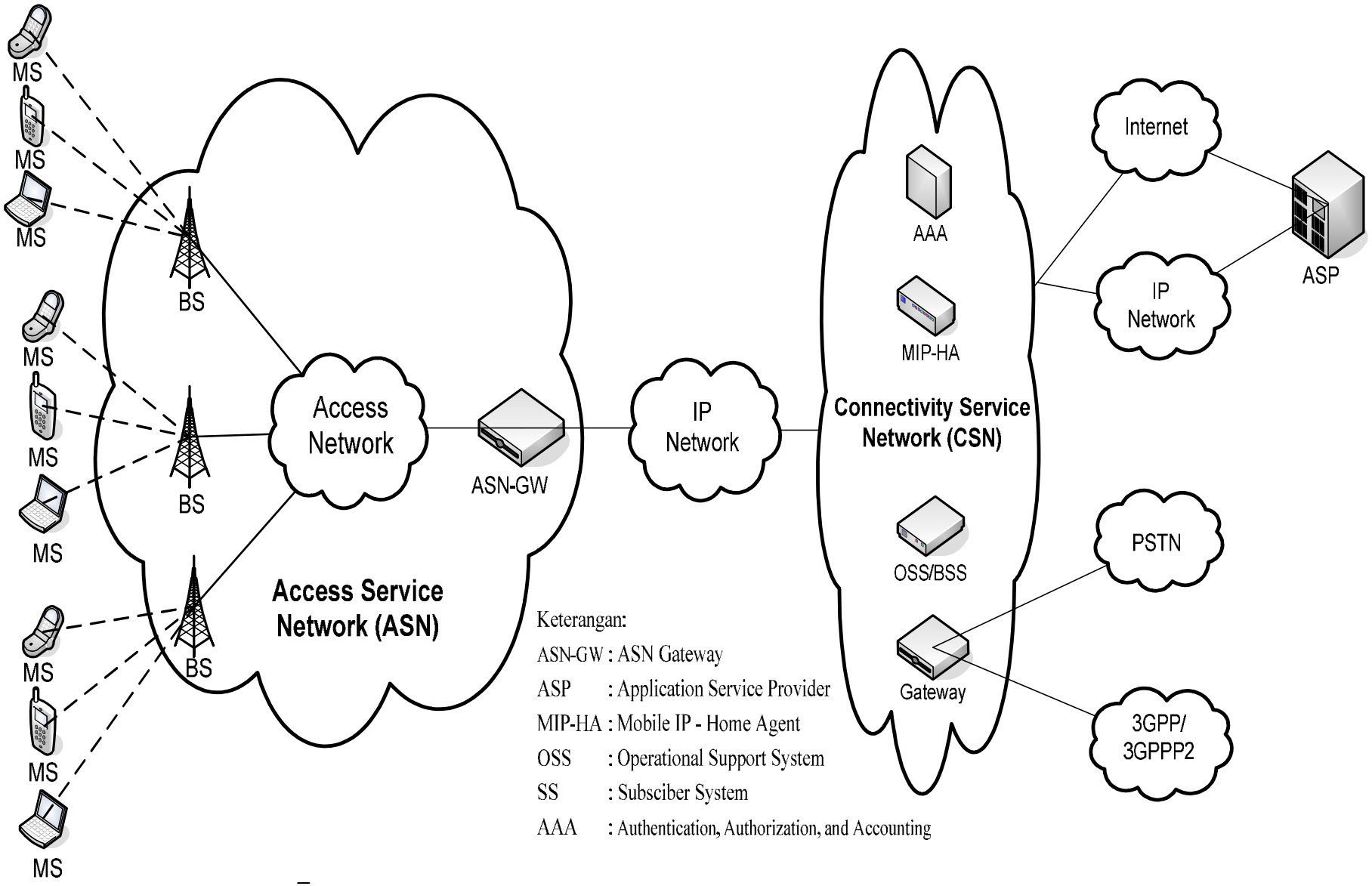


SAE integrates WiMAX to operator's core network as other 3GPP access technologies are with seamless vertical mobility

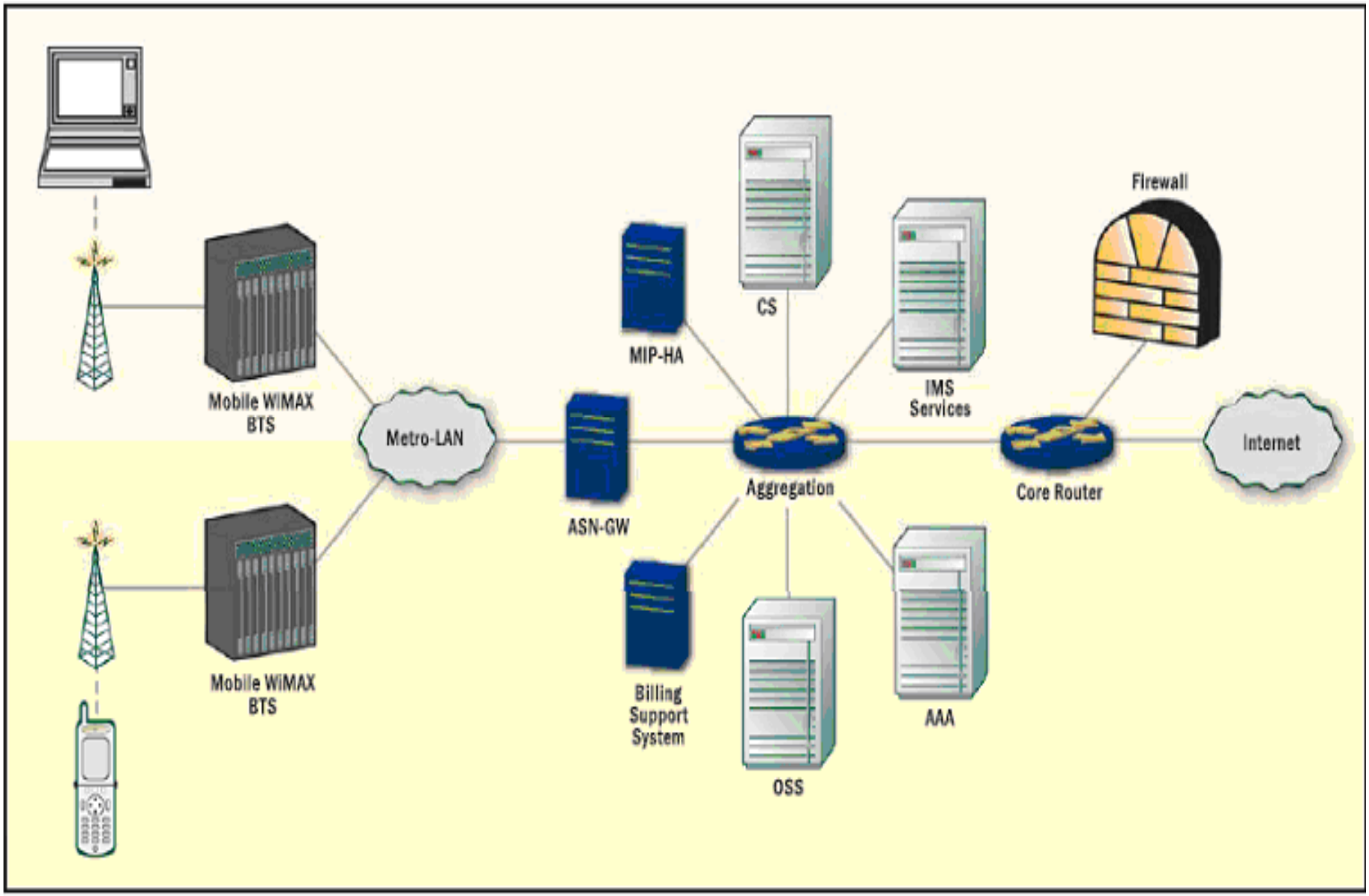
Dasar Teori (Mobile WiMAX)

- Konfigurasi Jaringan
  - *Mobile Station* (MS)
  - *Access Service Network* (ASN)
    - *Base Station* (BS)
    - *Access Network*
    - *Access Service Network Gateway* (ASN-GW)
  - *Connectivity Service Network* (CSN)
    - *Authentication, Authorization, and Accounting (*AAA)
    - *Mobile IP-Home Agent* (MIP-HA)
    - *Operational Support System* (OSS)
    - *Gateway*

Komponen Dasar Mobile WiMAX



Arsitektur Mobile WiMAX



Mobil WiMAX

- Kelebihan jaringan Mobile WiMAX (IEEE.802.16e)
  1. Pencapaian Superior (Superior Performance)
     - Mendukung mekanisme handoff, penyimpanan daya untuk mobile device, mengedepankan QoS & latensi rendah untuk aplikasi real time
     - Menggunakan OFDMA →kapasitas & throughput lebih tinggi, cocok untuk lingkungan LOS & NLOS
  2. Fleksibilitas (Flexibility)
     - Spektrum merupakan sumber daya terbatas → Mobile WiMAX dapat digunakan pada band frek terlisensi
     - WiMAX Forum menjamin perangkat yang digunakan pada band frekuensi