

# WIRELESS TECHNOLOGY DEVELOPMENT: HISTORY, NOW, AND THEN

**Lusiana Citra Dewi**

Computer Science Department, School of Computer Science Binus University  
Jl. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480  
lcdewi@binus.edu

## ABSTRACT

*Wireless technology is one of many technologies that can enable people to communicate with each other by air medium, or rather you can say by radio frequency. This paper discusses about history of wireless technology, different kinds of wireless connection, wireless technology standards, and a few comparisons of different kinds of world's wireless technology standards. Besides discussing about history about wireless technology and wireless technology that we can use nowadays, this paper also reviews about prediction of wireless technology development in the future for better human life. The purpose of this study is to give a glimpse of view on how the wireless technology develops, the world standard for wireless technologies and work system, the security and characteristic for each wireless technology including advantages and drawbacks, and future wireless technology development.*

**Keywords:** *wireless technology, radio, wireless communication, WiFi*

## ABSTRAK

*Teknologi wireless adalah suatu teknologi dimana manusia dapat berkomunikasi (koneksi) baik secara langsung ataupun tidak langsung menggunakan media udara atau lebih tepatnya frekuensi radio. Paper ini membahas secara detail sejarah perkembangan teknologi wireless, macam-macam jenis koneksi wireless, standar teknologi wireless, dan perbandingan beberapa standar teknologi wireless yang diakui di dunia. Selain sejarah perkembangan teknologi wireless, penjelasan teknologi wireless yang tersedia saat ini, paper ini akan mengulas juga mengenai prediksi perkembangan teknologi wireless di masa depan yang dapat sangat berguna bagi manusia. Studi ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai perkembangan teknologi wireless di dunia, standar teknologi wireless dan sistem kerjanya, perbandingan keamanan dan karakteristiknya masing-masing termasuk kelebihan dan kekurangannya, serta perkembangan teknologi wireless untuk masa depan.*

**Kata kunci:** *teknologi wireless, radio, komunikasi, WiFi*

## PENDAHULUAN

Radio dan *wireless*. Apakah di antara kedua teknologi tersebut terdapat perbedaan yang besar? Ataukah kedua teknologi tersebut merupakan sesuatu hal yang sama satu dengan yang lainnya? Mungkin kebanyakan orang yang mendengar pertanyaan seperti akan dengan spontan menjawab “Ya. Kedua teknologi tersebut berbeda.” Sayangnya secara teknis kedua hal tersebut ternyata sama. Radio dan *wireless* merupakan komunikasi yang dilakukan tanpa menggunakan media kabel (*wire*). Sebagai contohnya adalah pada saat kita melihat seorang nahkoda yang sedang berlayar melakukan komunikasi dengan orang yang berada di daratan. Mereka berkomunikasi menggunakan suatu gelombang yang biasa disebut gelombang *wireless* di udara. Sama halnya ketika kita melihat – atau mungkin melakukan hal ini sehari-hari – orang yang sedang mengakses internet untuk sekedar mengecek e-mail, men-*download* musik ataupun film, dan sebagainya dengan menggunakan teknologi *wireless* dengan komputernya. Teknologi *wireless* pada komputer ataupun komunikasi radio oleh nahkoda sama-sama menggunakan gelombang *wireless*.

Teknologi *wireless* sudah semakin sering digunakan oleh orang pada umumnya. Baik menggunakan perangkat *mobile device*, seperti telepon selular dan laptop, ataupun perangkat keras lainnya seperti komputer PC. Dengan teknologi *wireless* orang lebih mudah dalam berkomunikasi ataupun melakukan transfer data, tanpa perlu mengatur kabel-kabel untuk menghubungkan kedua perangkat. Selain kemudahan tersebut, teknologi *wireless* juga memungkinkan pengguna perangkat untuk lebih fleksibel dalam berkomunikasi. Teknologi *wireless* dipercaya dapat menggantikan teknologi koneksi berbasis kabel atau media lainnya.

Tidak hanya untuk menanggulangi kekurangan pada media kabel, teknologi *wireless* juga diharapkan dapat mempermudah kehidupan manusia atau membantu menjadi lebih baik. Banyak wacana-wacana teknologi baru yang sudah dibayangkan dan siap untuk dikembangkan oleh praktisi-praktisi teknologi *wireless* ini. Antara lain untuk kebutuhan berbagai macam informasi dalam jumlah banyak dan jangkauan yang luas. Selain itu dapat diaplikasikan juga untuk bidang-bidang lainnya, seperti kedokteran, bisnis, geografis, olahraga, dan lain-lain.

Pembahasan paper ini mencakup sejarah teknologi *wireless*, macam-macam teknologi *wireless* yang ada saat ini, dan perkembangan dari teknologi *wireless* yang mungkin akan muncul di masa depan. Pembahasan juga meliputi perbedaan-perbedaan karakteristik di antara beberapa teknologi *wireless* yang sudah dikenal di seluruh dunia, keuntungan dan kelebihan serta pengimplementasiannya. Adapun hal yang tidak akan dibahas lebih mendetil dalam paper ini adalah keamanan dari koneksi teknologi *wireless* dan topik lain yang tidak disinggung sebelumnya.

Tujuan penulisan paper ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai bagaimana sejarah perkembangan teknologi *wireless* dari waktu ke waktu hingga saat ini, serta perkiraan bagaimana teknologi *wireless* ini akan berkembang nantinya. Paper ini juga memberikan informasi mengenai beberapa perbedaan karakteristik teknologi *wireless* yang ada saat ini dan beberapa pengimplementasiannya, serta beberapa sistem yang dapat diimplementasikan di masa depan menggunakan teknologi *wireless*.

## METODE

Penelitian ini dilakukan dengan mencari, mengumpulkan, dan merangkum beberapa informasi yang berasal dari beberapa sumber yang berbeda, seperti dari jurnal, buku, paper lainnya, dan internet.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sejarah Wireless

Sejarah *wireless* dimulai dari pertama kali terbentuknya suatu teknologi radio yang ditemukan dan dikembangkan oleh Guglielmo Marconi pada tahun 1896. Ia adalah orang Italia yang berkunjung ke Eropa untuk mengembangkan serta mendapatkan hak paten atas penemuannya yaitu telegram *wireless*. Teknologi ini diadopsi oleh salah satu perusahaan telegram terbesar saat itu di Eropa yaitu *British Post-office Telegraphs*. Dengan dukungan dari perusahaan tersebut telegram *wireless* tersebut berhasil mengirim telegram tanpa kabel kurang lebih sejauh 1.75 mil. Sampai awal era 1900an telegram mengalami banyak kemajuan pesat dan mengalami masa-masa kejayaannya karena telah berdirinya Marconi Company yang terus mengembangkan sistem telegram *wireless* dan mendirikan stasiun-stasiun radio yang cukup tersebar di berbagai daerah khususnya untuk perusahaan-perusahaan besar yang menginginkan komunikasi yang lebih baik antara cabang perusahaan satu dengan cabang perusahaan lainnya.

Pada tahun 1960an teknologi paket data (*packet data*) telah ditemukan dan dikembangkan. Kelebihan metode pengiriman ini adalah transparansi, koreksi kesalahan, dan kendali otomatis. Maksud dari transparansi di atas adalah semua langkah operasi dari pengiriman paket data bersifat transparan bagi *user*. *User* dapat langsung menghubungkan stasiun pengirim paket data dengan stasiun penerima paket data, lalu mengetik pesan yang akan dikirim, kemudian mengirimnya secara otomatis. Teknologi ini juga secara otomatis membagi-bagi pesan menjadi kumpulan paket-paket, baru paket-paket tersebut dikirimkan melalui gelombang *wireless*. Namun kekurangan dari teknologi paket data ini antara lain adalah keterbatasan jarak transmisi. Hal ini karena paket data biasanya menggunakan frekuensi radio yang tinggi atau yang biasa disebut VHF. Faktor lain yang mempengaruhi jarak transmisi adalah kekuatan alat transmisi, tipenya, lokasinya, dan gangguan transmisi lainnya seperti gedung tinggi, cuaca, gunung, atau hal lainnya.

Kemudian pada era tahun 1980an teknologi suara dan data seperti *pager* atau telepon *wireless* dapat digunakan secara umum untuk konsumen. Karena adanya berbagai keterbatasan, biaya yang dikenakan untuk pemakaiannya juga sangat tinggi apabila digunakan untuk orang awam pada umumnya.

Setelah itu munculah teknologi baru yang merupakan kelanjutan dari telepon *wireless*, yaitu jaringan selular. Jaringan selular ini terdiri atas *Base Station* (BS) dan *Mobile Station* (MS). *Base Station* melayani permintaan dari alat *user* yaitu *Mobile Station* – yang kini biasa disebut dengan telepon selular (ponsel). Komunikasi data antara kedua station ada dua, yaitu: *Uplink* dan *Downlink*. *Uplink* merupakan komunikasi data yang dikirim dari *Mobile Station* ke *Base Station*. Sebaliknya *Downlink* merupakan komunikasi data yang dikirim dari *Base Station* ke *Mobile Station*.

Peningkatan jumlah pemakai telepon selular membuat telepon selular meningkatkan pelayanan-pelayanan agar dapat memudahkan *user* untuk saling berinteraksi secara *wireless*. Salah satu peningkatan tersebut antara lain adalah teknologi *InfraRed*. Teknologi ini memungkinkan *user* untuk saling berkomunikasi dan berinteraksi dari satu telepon selular ke telepon selular lainnya secara *wireless* dengan menggunakan gelombang *InfraRed*. Tidak hanya terbatas pada telepon selular, *InfraRed* juga dapat menghubungkan antara telepon selular dengan *personal computer* (PC) yang mempunyai teknologi *InfraRed* ataupun antara PC satu dengan PC yang lainnya. Kelebihan dari teknologi ini adalah *InfraRed* tidak membutuhkan suatu station yang mengatur semua pertukaran data atau komunikasi yang berlangsung, sehingga pemakaiannya praktis dan murah bagi pengguna telepon selular. Namun teknologi ini mempunyai beberapa keterbatasan. Antara lain adalah jarak *InfraRed* yang terbatas. Jarak komunikasi antara dua *port InfraRed* tidak boleh lebih dari 30cm. Bahkan pada

jarak maksimum tersebut, pengiriman data tidak dapat dilakukan secara maksimal. Selain itu kedua *port InfraRed* harus berhadapan secara langsung tanpa ada penghalang di antaranya. Sehingga apabila kedua *port* mengalami gangguan seperti terguncang atau ada suatu penghalang yang muncul secara tiba-tiba, komunikasi data akan langsung terputus. Salah satu kekurangan teknologi *InfraRed* yang lain adalah kapasitas transmisi yang terbatas. Kecepatan transfer data melalui *InfraRed* diperkirakan sekitar 723 Kbps.

Berkaitan dengan keterbatasan teknologi *InfraRed*, dikembangkanlah suatu teknologi baru yang dapat menutupi sebagian besar kekurangannya. Teknologi baru tersebut adalah teknologi jaringan yang berbasiskan pada standar 802.15 – merupakan suatu standar yang dikeluarkan oleh IEEE (penjelasan tentang IEEE akan dibahas pada subbab berikutnya) – atau yang biasa disebut dengan *Bluetooth*.

Kini pada tahun 2000-an permintaan akan teknologi jaringan *wireless* yang berbasiskan pada standar 802.11 atau yang biasa disebut sebagai WiFi dan standar 802.16 atau yang biasa disebut sebagai WiMax semakin meningkat. Peningkatan ini sangat mengejutkan karena perhitungan permintaan pasar akan alat WLAN (*wireless local area network*) chipset telah mencapai lebih dari 100 juta unit. Faktor utama peningkatan permintaan ini merupakan akibat dari penggunaan notebook atau laptop yang juga meningkat. *User* yang menggunakan notebook pada umumnya menghubungkan notebook-nya dengan jaringan internet atau LAN (*local area network*) dengan menggunakan teknologi *wireless*. Tentunya koneksi ini hanya dapat terjadi apabila *user* memiliki notebook atau PC yang dilengkapi dengan WLAN chipset dan *user* berada di lingkungan jaringan *wireless* atau yang biasa disebut *public wireless hotspot*. Dengan kondisi ini maka *user* yang bersangkutan dapat menikmati akses internet dengan fasilitas *public wireless hotspot*. Fasilitas ini pada umumnya dapat dijumpai di kafe, kampus, bandara, perpustakaan, ataupun hotel tertentu. Pada subbab berikut akan dibahas secara lebih dalam mengenai standar-standar teknologi *wireless* yang telah disebutkan sebelumnya di atas.

## IEEE

Mungkin beberapa dari orang yang bergerak di bidang teknologi informasi tidak asing lagi dengan organisasi IEEE ini. Tetapi bagi yang belum pernah mendengarnya dan mengetahui organisasi tersebut.

Menurut situs resmi IEEE (2011), IEEE merupakan singkatan dari *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. Cara pengejaannya bukan dengan cara membaca hurufnya satu per satu, seperti “I-e-e-e”, melainkan dieja seperti orang mengeja “*eye-triple-e*”. IEEE ini merupakan suatu badan atau organisasi non-profit – fokusnya bukan untuk mencari keuntungan – yang bersifat profesional dan internasional. IEEE dibangun untuk peningkatan teknologi yang berhubungan dengan elektronik.

IEEE terbentuk pada tahun 1963 dengan menggabungkan dua organisasi, yaitu: AIEE (*American Institute of Electrical Engineers*) yang berdiri sejak tahun 1884, dan IRE (*Institute of Radio Engineers*) yang berdiri sejak tahun 1912. AIEE berdiri tepatnya pada tanggal 13 Mei 1884, berpusat di New York, dan juga merupakan suatu gambaran organisasi yang mewakili semua insinyur elektronik di Amerika. Fokus utama AIEE terletak pada dua hal, yaitu komunikasi dengan teknologi kabel dan sistem listrik dan cahaya.

Kini IEEE telah melakukan banyak pengembangan teori-teori penting dalam bidang elektronik. IEEE juga menjadi suatu wadah yang mendukung kebutuhan anggota-anggotanya dalam melakukan riset atau penelitian dalam bidang elektronik melalui berbagai program dan jasa.

Standar yang difokuskan pada paper ini yaitu seri 802 mengenai jaringan. Berikut ini adalah standar-standar khusus teknologi *wireless* yang tidak asing lagi didengar: (1) IEEE 802.15 – sering

disebut dengan istilah *Bluetooth*, merupakan jenis teknologi yang masuk dalam kategori WPAN (*Wireless Personal Area Network*); (2) IEEE 802.11 – sering didengar dengan istilah WiFi, merupakan jenis teknologi yang masuk dalam kategori WLAN (*Wireless Local Area Network*); (3) IEEE 802.16 – sering didengar dengan istilah WiMax, merupakan jenis teknologi yang masuk dalam kategori WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*); (4) IEEE 802.20 – standar ini mungkin masih jarang didengar karena masih jarang yang menggunakannya. Istilahnya adalah MBWA (*Mobile Broadband Wireless Access*). Standar yang telah disebutkan di atas akan diulas oleh penulis satu per satu pada subbab-subbab berikut ini.

## Bluetooth

*Bluetooth* merupakan teknologi yang mendasarkan pada standar IEEE 802.15. Teknologi ini difokuskan untuk *Personal Area Network* (PAN) dan memang dikembangkan untuk menyediakan hubungan interkoneksi antar alat *mobile* kecil seperti telepon selular, *notebook*, PDA, dan lain-lainnya. Jadi jika dilihat dari segi jarak jangkauannya dan segi kecepatan transmisi datanya, sudah pasti kalah dari teknologi untuk LAN atau jaringan lainnya yang lebih besar. *Bluetooth* pada masa kini sudah digunakan oleh orang pada umumnya untuk melakukan komunikasi atau transfer data dalam ukuran kecil dan dengan jangkauan jarak yang tidak begitu jauh pula.

Menurut standar 802.15, *Bluetooth* menggunakan frekuensi radio pada frekuensi 2.402 GHz sampai 2.480 GHz. Salah satu keuntungan *Bluetooth* adalah dapat secara otomatis menghindari gangguan dari luar dengan cara mengurangi jangkauan jarak sekitar 10 meter. Pengurangan jarak ini dapat mengurangi resiko terganggunya *Bluetooth* dengan gangguan yang berasal dari luar. Hal ini juga membawa keuntungan lain, yaitu dengan berkurangnya jangkauan jarak dari *Bluetooth*, secara otomatis *Bluetooth* juga akan mengurangi konsumsi energi listriknya. *User* dapat dengan tenang berkomunikasi, sebab walaupun dengan energi listrik yang rendah, sinyal radio *Bluetooth* tidak akan melemah dan langsung terputus apabila menemui halangan seperti tembok dan benda lainnya.

Menurut standar 802.15, *Bluetooth* juga dapat berkomunikasi dengan satu sampai delapan alat *Bluetooth* lainnya secara bersamaan. Mungkin banyak orang yang berpikir bahwa koneksi dari satu alat ke alat lain akan mengalami gangguan dari koneksi dengan lanta lainnya lagi – atau dengan kata lain dari kedelapan koneksi yang ada, pasti ada yang saling mengganggu satu sama lainnya. Sayang sekali jawabannya adalah tidak. Hal ini dikarenakan oleh *Bluetooth* menggunakan teknik modulasi FHSS atau *FrequencyHoppingSpread-Spectrum*. Teknik modulasi ini memungkinkan lebih dari satu alat yang melakukan transmisi data dalam waktu yang bersamaan dan dengan frekuensi yang sama pula. Dalam teknik modulasi ini, secara otomatis alat akan merandom sejumlah kurang lebih 79 frekuensi individual dengan *range* yang didesain sedemikian rupa. Dengan adanya teknik modulasi ini, kemungkinan untuk dua buah koneksi dari alat yang berbeda, dalam waktu yang bersamaan, berada di satu frekuensi yang sama sangatlah kecil. Hal inilah yang menyebabkan resiko untuk terjadinya gangguan dari pihak luar menjadi kecil. Yang membuat kemungkinan terjadinya gangguan pihak luar menjadi kecil selain dengan merandom frekuensi adalah Piconet. Piconet merupakan suatu kondisi dimana 2 buah alat yang saling terhubung dengan *Bluetooth* berada di dalam jaringan *WirelessPrivate Area Network* atau WPAN. Kita dapat mengandaikan bahwa piconet adalah suatu ruangan khusus yang di dalamnya hanya terdapat 2 alat yang saling terhubung satu sama lainnya dengan menggunakan *Bluetooth*. Sehingga dengan adanya ruangan khusus ini maka gangguan dari pihak luar akan sulit sekali untuk dapat mengganggu.

*Bluetooth* membantu para *user* untuk lebih mudah dalam berpergian dengan alat-alat kecilnya. Kebanyakan alat-alat biasanya dihubungkan dengan media kabel. Semakin banyak alat yang dibawa oleh *user*, semakin banyak pula kabel yang harus dibawa. Dengan adanya *Bluetooth* *user* tidak perlu direpotkan dengan hal seperti ini. Selain mempermudah *user* dalam berpergian *Bluetooth* juga tidak memakan biaya yang tinggi serta menyediakan keamanan dalam melakukan komunikasi

*private.Bluetooth* juga hemat dalam pemakaian energi listrik. Dengan melakukan banyak transfer data dalam satu waktu yang sama, *Bluetooth* hanya menggunakan 1 milliwatt energi listrik. Keuntungan lain dari menggunakan *Bluetooth* yang membuat banyak orang menyukai penggunaannya adalah lebih fleksibel dan sangat mendukung mobilitas. Hal ini dikarenakan oleh *NonLineofSight* atau NLOS. Sedangkan kekurangannya adalah untuk pengguna pemula memerlukan pembelajaran mengenai alat baru lagi dan cara-cara meng-*handle*-nya, serta setup koneksi yang lama

Pembentukan standar dan teknologi 802.15 adalah untuk memperbaiki segala kekurangan yang ada pada *InfraRed*. Hal ini dilihat dari peningkatan kecepatan transmisi, peningkatan jarak jangkauan, peningkatan kualitas pengiriman, dan lain-lain. Berikut ini merupakan tabel perbandingan antara *Bluetooth* dengan *InfraRed* (Tabel 1).

Tabel 1  
Perbandingan *Bluetooth* dengan *InfraRed* (Conniq.com, 2008)

	<i>Bluetooth</i>	<i>InfraRed</i>
<b>Media</b>	Frekuensi radio	Sinar inframerah
<b>Frekuensi</b>	2.402 GHz – 2.480 GHz	Frekuensi sinar inframerah
<b>Kapasitas transmisi data</b>	1 Mbps / 3 Mbps	115 Kbps / 4 Mbps / 16 Mbps (tetapi secara efektif hanya sekitar 80 Kbps / 3Mbps)
<b>Jangkauan</b>	100 meter / 20 meter / 10 meter	1 meter
<b>Topology</b>	<i>Point-to-point</i> , <i>Point-to-multipoint (star)</i>	<i>Point-to-point</i>
<b>Waktu yang digunakan untuk memulai koneksi</b>	Mencapai 10 detik	Kurang dari 1 detik (rata-rata 500 milisekon)
<b>IEEE standar</b>	802.15 (WPAN)	Tidak ada

## WiFi

Berikut ini adalah pembahasan dari WiFi secara lebih dalam. Mungkin ada beberapa yang masih bingung hubungan antara istilah WiFi dengan standar 802.11 sendiri. WiFi merupakan singkatan dari *WirelessFidelity*. Istilah WiFi sendiri pertama kali dipublikasikan oleh WiFi *Alliance*. WiFi *Alliance* merupakan suatu organisasi yang khusus mengeluarkan sertifikat bahwa suatu produk dari berbagai vendor telah memenuhi standar 802.11 yang telah dibuat oleh IEEE. WiFi *Alliance* bersifat non-profit dan internasional. Jadi hubungan antara standar 802.11 dan istilah WiFi adalah IEEE membuat standar 802.11, sedangkan WiFi *Alliance* yang mengetes produk dan mengeluarkan sertifikat WiFi untuk produk tersebut apabila hasil tesnya menunjukkan bahwa produk tersebut telah memenuhi standar. Hingga kini sertifikat WiFi yang sudah dikeluarkan oleh WiFi *Alliance* untuk produk-produk dari berbagai macam vendor telah mencapai. Produk-produk yang telah mendapatkan sertifikat WiFi mendapatkan tanda atau logo WiFi *Certified* (Gambar 1) yang dikeluarkan oleh WiFi *Alliance*.



Gambar 1. Logo WiFi certified.

Seringkali terjadi pengguna WiFi tidak tahu bahwa mereka sedang berada di tengah-tengah jangkauan WiFi *hotspot*. Hal ini mungkin dikarenakan alat WiFi *hotspot* itu sendiri berukuran kecil

serta gelombang radionya tidak dapat dirasakan kehadirannya oleh manusia yang tanpa memakai alat apapun juga. Oleh karena itu WiFi Alliance mengadakan program untuk sertifikasi daerah-daerah yang masuk dalam jangkauan WiFi hotspot. Daerah-daerah yang masuk dalam jangkauan WiFi hotspot ditandai dengan logo WiFi Zone (Gambar 2).



Gambar 2. Logo WiFi zone.

Standar 802.11 terbagi menjadi empat rangkaian lagi, yaitu: (1) 802.11b – standar transmisi 11 Mbps; (2) 802.11a – standar transmisi 54 Mbps; (3) 802.11g – standar transmisi 54 Mbps; (4) 802.11n – standar transmisi 600 Mbps.

Pertama kali IEEE menetapkan group untuk meneliti standar 802.11 adalah pada tahun 1990. Kemudian pada tahun 1997 baru ditetapkan atau disahkan secara resmi standar 802.11. Pada saat pertama kali ditetapkan kapasitas transmisi atau *data rate*-nya hanya berkisar dari 1 sampai 2 Mbps. Kemudian pihak IEEE memodifikasi standar ini pada tahun 1999.

Standar yang baru keluar setelah dimodifikasi dan diperkenalkan adalah 802.11b. Standar 802.11b ini mempunyai kapasitas transmisi sampai 11 Mbps. Standar 802.11b ini menggunakan teknik modulasi yang disebut *ComplementaryCodeKeying* (CCK), dan mendukung *Direct-SequenceSpreadSpectrum* (DSSS).

Setelah itu IEEE memperkenalkan standar 802.11a. Jarak waktu antara publikasi 802.11b dengan 802.11a tidak terlalu jauh berbeda. Standar 802.11a ini menggunakan metode transmisi yang lebih efektif apabila dibandingkan dengan standar 802.11b. Metode tersebut sering disebut dengan *OrthogonalFrequencyDivisionMultiplexing* (OFDM). OFDM inilah yang memungkinkan kapasitas transmisi standar 802.11a dapat mencapai 54 Mbps. Walaupun kapasitas transmisi standar 802.11a ini sudah tinggi, namun masih kurang maksimal penggunaannya. Hal ini dikarenakan frekuensi radio yang berada di 5 GHz yang dinilai kurang cocok atau *incompatible*.

Pada tahun 2003, tepatnya di bulan Juni, IEEE telah meresmikan dan mempublikasikan standar baru untuk 802.11, yaitu standar 802.11g. Standar ini mengadopsi metode modulasi yang sama dengan standar 802.11a, yaitu *OrthogonalFrequencyDivisionMultiplexing* (OFDM). Letak perbedaan standar 802.11g ini dengan standar 802.11a adalah pada frekuensi radionya. Jika 802.11a bekerja di frekuensi radio 5 GHz yang dinilai kurang *compatible*, standar 802.11g bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz. Kombinasi antara teknik modulasi OFDM dengan frekuensi radio 2.4 GHz merupakan kombinasi yang sangat serasi dan merupakan yang terbaik.

Produk *hardware* yang di produksi untuk memenuhi standar 802.11g ini sangat banyak. Serta respon dari para pengguna dan pemilik pasar alias vendor sangat bagus. Bahkan menurut fakta yang ada, sebagian besar vendor sudah memproduksi produk yang sesuai dengan standar 802.11g sebelum pihak IEEE meresmikan standar ini. Begitu pula yang terjadi dengan para *user*-nya. Pengguna *wireless* sudah membeli produk-produk seperti WLAN Client (WLAN Chipset) dan *hardwareaccesspoint* yang di produksi oleh vendor-vendor tersebut. Sebagai catatan seluruh standar WLAN (seri 802.11) sudah dilengkapi dengan "*Multiple Transmission Option*". Atau dengan kata lain standar WLAN sudah dilengkapi dengan pilihan metode transmisi. WLAN sendiri akan memilih secara otomatis metode transmisi yang akan digunakan pada saat-saat tertentu. Dengan ini maka WLAN dapat menjaga

kapasitas transmisi datanya walaupun terjadi gangguan komunikasi. Gangguan komunikasi dapat berupa gangguan yang berasal dari alam (hujan, angin, dll.) ataupun manusia (gedung, pesawat terbang, gelombang radio lainnya, dll.). Dapat dikatakan bahwa bila komunikasi berada pada situasi yang bagus, kapasitas transmisi data dapat semaksimal mungkin. Tetapi bila situasi tidak mendukung, kapasitas transmisi mungkin akan sedang, kecil, atau kemungkinan terburuknya adalah komunikasi terputus.

Sesuai dengan perkembangan zaman yang serba pesat dan canggih, banyak *hardware* yang mendukung standar 802.11g. Selain itu pula perkembangan teknologi masa kini telah membuat teknologi dapat dijangkau dengan harga yang lebih rendah dan lebih mudah juga. Tidak heran jika di dalam satu chipset yang sama dapat mendukung kedua frekuensi radio, yaitu 2.4 GHz dan 5 GHz. Hal seperti ini lebih dikenal dengan istilah “*dual-bandhardware*”. Sehingga dengan ini tidak heran pula apabila dalam satu alat WiFi *hotspot* atau WiFi *client* yang sama dapat mendukung ketiga standar 802.11 yaitu a, b, dan g.

Seperti ingin mengikuti kesuksesan dari standar 802.11g. IEEE kini akan menghadirkan standar baru lagi, yaitu standar 802.11n. Standar ini baru saja secara resmi dipublikasikan dan semua orang khususnya penggunaannya menantikannya dengan rasa antusias. Mungkin ada yang mempertanyakan apa sebenarnya kelebihan standar 802.11n ini jika dibandingkan dengan standar 802.11g yang telah sukses sebelumnya. Kelebihan spesifikasi dari standar 802.11n adalah menyediakan lebih banyak pilihan metode modulasi dan konfigurasi yang menyebabkan kapasitas transmisi data maksimum yang lebih bervariasi. Dengan adanya berbagai pilihan metode modulasi dan konfigurasi, diperkirakan bahwa kapasitas transmisi data standar 802.11n ini dapat mencapai kurang lebih 600 Mbps. Selain itu standar 802.11n ini juga menyediakan teknik modulasi dengan menggunakan OFDM dengan lebih baik lagi. Pada dasarnya tingkat *coding* yang maksimum dan secara sederhana membuat *bandwidth* yang lebih besar dapat memungkinkan penggunaan dari teknik modulasi OFDM ini menjadi maksimal. Yang tadinya dapat meningkatkan kapasitas transmisi data 54 Mbps, kini dapat meningkatkan kapasitas transmisi data hingga 65 Mbps apabila dengan menggunakan standar yang sama.

Beberapa komponen yang membuat standar 802.11n menjadi lebih unggul apabila dibandingkan dengan standar 802.11 yang lain antara lain: (1) OFDM yang lebih baik – membuat *bandwidth* yang lebih besar dan dapat meningkatkan kapasitas transmisi data hingga 65 Mbps; (2) Space-Division Multiplexing – mengubah data yang akan ditransmisi menjadi beberapa stream yang berurutan dan mentransmisinya melalui beberapa jalur antena yang berbeda. Tentu saja antena disini bukan antena yang panjang dan berukuran besar untuk radio atau televisi; (3) *diversity* – meningkatkan jangkauan dengan memanfaatkan jumlah antena yang banyak. Jumlah antena biasanya berubah sesuai dengan jumlah antena pihak penerima data atau stream. Sebagai contoh, seseorang menggunakan notebook-nya untuk melakukan komunikasi *wireless*. *Notebook* tersebut mempunyai 2 antena, sedangkan *access point*-nya atau *wireless hotspot*-nya mempunyai tiga antena. Dalam hal ini yang terpakai untuk jalur komunikasi dan pengiriman hanya dua antena saja walaupun *access point*-nya mampu lebih dari dua antena. Biasanya spesifikasi standar 802.11n ini mendukung sampai dengan empat antena; (4) MIMO *Power Save* – meminimalisasi konsumsi power (tenaga listrik) dengan hanya menggunakan antena apabila dibutuhkan; (5) 40 MHz *Channel* – efektif meningkatkan kapasitas transmisi data hingga dua kali, dengan meningkatkan kapasitas channel hingga dua kali juga, yaitu dari 20 MHz menjadi 40 MHz; (6) agregasi – meningkatkan efektivitas transmisi data dengan mengirimkan beberapa paket data secara bersamaan, daripada mengirimkannya satu persatu. Dengan kata lain, agregasi ini meningkatkan efektivitas dengan mengurangi persentase waktu pengiriman; (7) Reduced Inter-Frame Spacing (RFIS) – meningkatkan efisiensi, dengan mengurangi persentase waktu tunggu (*delay*) antara transmisi OFDM yang satu dengan yang berikutnya. Waktu tunggu ini akan lebih pendek jika dibandingkan dengan generasi standar 802.11 sebelumnya; (8) Greenfield Mode – memungkinkan terjadinya suatu gangguan baik dari dalam maupun dari luar, sehingga standar dapat mengesampingkan semua fitur-fitur yang telah disebutkan untuk mencapai performa yang lebih baik.



Tabel 2 berikut ini merangkum garis besar perbandingan semua standar 802.11:

Tabel 2  
Perbandingan antara standar 802.11 a/b/g/n.

	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
<b>Kapasitas transmisi</b>	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	600 Mbps
<b>Teknik modulasi</b>	DSSS / CCK	OFDM	DSSS / CCK / OFDM	DSSS / CCK / OFDM
<b>Frakuensi radio</b>	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz / 5 GHz
<b>Kapasitas channel</b>	20 MHz	20 MHz	20 MHz	20 MHz / 40 MHz
<b>Jarak jangkauan</b>	390 meter	460 meter	460 meter	820 meter

Setelah membandingkan antara masing-masing fitur dari masing-masing standar 802.11 yang ada, sekarang penulis akan mencoba memahami pro dan kontra dari pihak *user* sendiri mengenai masing-masing standar. Pro dan kontra ini muncul karena kelebihan dan kekurangan masing-masing standar itu sendiri. Berikut ini adalah pembahasannya.

Standar 802.11b, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, merupakan standar 802.11 yang pertama kali muncul dibandingkan dengan yang lainnya. Kelebihan dari standar 802.11b ini adalah biaya yang relatif rendah serta jangkauan sinyal yang baik dan tidak mudah terganggu. Sedangkan kekurangannya adalah kecepatan transmisi yang kurang cepat dan peralatan rumah tangga seperti microwave atau alat lainnya yang mengeluarkan gelombang radio sangat mungkin untuk mengganggu di beberapa frekuensi tertentu. Gangguan ini disebabkan oleh frekuensi yang tidak diatur.

Berikutnya adalah standar 802.11a. Kelebihan dari standar 802.11a ini jika dibandingkan dengan yang lainnya adalah kecepatan transmisi data yang cepat dan kekebalan frekuensi terhadap gangguan gelombang radio dari alat lain sudah kuat. Hal ini disebabkan oleh frekuensi yang sudah diatur. Kekurangannya antara lain adalah harga yang lebih mahal dan jangkauan sinyal yang pendek serta mudah terhalangi atau dirintangi. Kelebihan dari standar 802.11g antara lain adalah kecepatan transmisi data yang cepat, jangkauan sinyal yang bagus, dan sinyal tidak mudah dihalangi atau dirintangi. Sedangkan kekurangannya adalah harganya jauh lebih mahal bila dibandingkan dengan 802.11b dan alat-alat luar yang menghasilkan gelombang radio dapat mengganggu frekuensi 802.11g.

Kelebihan dari standar 802.11n apabila dibandingkan dengan yang lainnya adalah kecepatan transmisi data yang cepat, jangkauan sinyalnya merupakan yang terbaik, dan kekebalan dari gangguan alat lain yang memancarkan gelombang radio merupakan yang terbaik juga. Sedangkan kekurangannya adalah standar ini masih belum diresmikan, harganya lebih mahal apabila dibandingkan dengan standar 802.11g, dan penggunaan dari sinyal *multiple* (dikarenakan memungkinkan untuk memiliki lebih dari satu buah antena) dapat menyebabkan terjadinya gangguan apabila terletak berdekatan dengan jangkauan sinyal atau jaringan *wireless* yang berstandar 802.11b atau yang berstandar 802.11g.

## Implementasi WiFi

Mungkin sudah banyak orang yang mengerti bagaimana cara menghubungkan notebook mereka dengan WiFi *Hotspot* yang ada di sekitar mereka. Tetapi mungkin baru sedikit yang mengerti cara kerja dari komunikasi yang terjadi antara *notebook*-nya dengan WiFi *Hotspot*. Berikut ini mungkin bukan penjelasan yang lengkap dan detail tetapi cukup untuk memahami apa yang sedang terjadi pada saat *notebook* seseorang terhubung dengan internet dengan menggunakan WiFi. Pertama kali yang perlu disiapkan adalah *user* harus mempunyai *notebook* yang dilengkapi dengan *wireless*

*transmitter*. Biasanya *notebook* masa kini sudah dilengkapi dengan *built-in wireless transmitter*. Tetapi jika *notebook* belum dilengkapi dengan *wireless transmitter*, *user* dapat membeli sebuah *wireless adapter* (Gambar 3) yang dipasangkan ke *PC card slot* atau *USB port*. *Wireless adapter* ini juga dapat digunakan untuk PC.

Setelah semua peralatan lengkap, *user* perlu menuju ke tempat dimana mendapatkan jangkauan *wireless*. Setelah itu barulah *user* dapat melakukan komunikasi internet via *wireless*. Pada saat *client* (*user* yang menggunakan *notebook*) *request* ke WiFi *hotspot* (misalnya *user* ingin membuka google.co.id di *notebook*-nya), maka *wireless adapter* yang ada di komputer akan mengubah data dari komputer menjadi sinyal radio. Setelah itu baru mengirim sinyal radio tersebut ke WiFi *hotspot* dengan menggunakan antena. Sinyal radio yang telah dikirim tersebut kemudian akan diterima *wireless router* (WiFi *hotspot*). Berikutnya *wireless router* akan men-*decode* sinyal radio yang ditangkap tersebut. Lalu meneruskan *request* tersebut ke Internet dengan menggunakan kabel fisik dengan koneksi kabel Ethernet. Hal yang sama juga terjadi bila sebaliknya komunikasi atau data dikirimkan dari *wireless hotspot* kepada komputer *client*. Misalnya untuk mengirimkan dan menampilkan halaman google.com yang di-*request* oleh *client* sebelumnya. Maka dari *wireless router* akan mengubah data halaman google.com menjadi sinyal radio dan mengirimkan sinyal radio tersebut kepada *wireless adapter* pada komputer *client* melalui antena. Selanjutnya sinyal radio yang diterima akan di-*decode* oleh *wireless adapter* sehingga dapat ditampilkan di komputer *client*.

Dengan menggunakan teknologi *wireless* ini, tidak menutup kemungkinan orang untuk membuat jaringan *wireless* sendiri di rumah dengan menggunakan *wireless access point*. Untuk membuat sebuah jaringan *wireless*, *user* memerlukan alat yang disebut dengan *wireless router*. *Wireless router* merupakan suatu alat yang di dalamnya terdapat sebuah *port* untuk menghubungkan kabel atau modem DSL, sebuah *router*, sebuah hub Ethernet, *firewall*, serta *wireless access point*. *Wireless router* ini memungkinkan *user* untuk menggunakan sinyal radio atau kabel Ethernet untuk menghubungkan komputer-komputer satu dengan yang lainnya – atau dengan kata lain membuat suatu jaringan – serta menghubungkan jaringan-jaringan tersebut dengan *printer* atau ke internet secara langsung. Jangkauan *wireless router* ini dapat mencapai hingga 30,5 meter ke seluruh penjuru walaupun terhalang dengan tembok atau benda lainnya. Berikut ini merupakan gambar contoh salah satu *wireless router* (Brain & Wilson, 2008).



Gambar 3. *Wireless Adapter* yang dipasangkan ke *USB port* dan *PC card slot*.



Gambar 4. *Wireless Router*.

Sama dengan *wireless adapter* yang dapat memiliki standar 802.11 lebih dari satu dalam satu alat yang sama, *wireless router* juga dapat memiliki standar 802.11 lebih dari satu. Tentu saja *wireless router* yang memiliki standar lebih dari satu akan berharga lebih mahal jika dibandingkan dengan *wireless router* yang hanya memiliki satu standar. Namun apabila harus memilih salah satu, pengguna pada umumnya lebih percaya dengan menggunakan standar 802.11g karena kecepatan yang tergolong cepat dengan keamanan serta kepercayaan yang mencukupi.

Pada saat pertama kali *user* menggunakan *wireless router*, *user* perlu melakukan beberapa penyesuaian (*setting*). *Wireless router* pada umumnya menggunakan *user interface* berupa aplikasi

web untuk melakukan keperluan *setting* ini. Hal-hal mendasar yang perlu dilakukan antara lain adalah menentukan nama jaringannya. Nama jaringan ini biasanya dikenal dengan sebutan *Service Set Identifier* (SSID). Pada saat pertama kali dipasang secara default biasanya merupakan nama perusahaan yang memproduksi *wireless router* tersebut. Hal kedua yang perlu di-*set* adalah menentukan *channel* yang *router* akan gunakan. Kebanyakan *router* akan secara *default* mengeset *channel* pada angka 6. Apabila *user* memiliki tetangga yang juga memiliki jaringan *wireless* dan secara kebetulan memilih *channel* yang sama dengan *user*, kemungkinan besar akan terjadi gangguan akibat benturan dari kedua jaringan pada jangkauan jarak yang berdekatan dan dengan *channel* yang sama pula. Jika hal ini terjadi maka sebaiknya *user* mengganti ke *channel* yang lain. Pergantian *channel* ini seharusnya sudah cukup dapat mengatasi masalah sebelumnya. *Setting* yang ketiga yang harus dilakukan adalah memilih keamanan *router* demi keamanan jaringan anda. *Router* pada umumnya secara *default* akan memiliki metode keamanan yang standar. Contohnya adalah *public wireless router*. *Public wireless router* ini dapat diakses oleh siapapun tanpa perlu memasukkan nama *user* dan *password* terlebih dahulu. Tetapi jika menginginkan agar hanya orang-orang yang berkepentingan saja yang dapat masuk ke dalam jaringannya, *user* dapat set *username* dan *password* pilihannya. Sehingga pihak lain yang tidak berkepentingan dan tidak mempunyai *username* serta *password* tidak dapat masuk ke dalam jaringan.

### **Keamanan Jaringan Wireless Pribadi**

Sebagian besar pemilik jaringan rumah atau pribadi ingin agar jaringannya tersebut aman dari akses-akses dari pihak luar yang tidak berkepentingan. Apabila *wireless router user* diset menjadi *public*, semua orang yang mempunyai *wireless adapter* akan dapat masuk ke jaringan *user*. Beberapa metode yang dapat *user* implementasikan untuk menjaga jaringan *wireless* pribadinya, aman dari pihak yang tidak berkepentingan, antara lain adalah: (1) *Wired Equivalency Privacy* (WEP) – menggunakan enkripsi 64-bit atau 128-bit (dapat dipilih sesuai dengan keinginan *user*). Siapa saja yang ingin masuk ke dalam jaringan harus mempunyai kunci WEP (biasanya berupa rangkaian nomor); (2) *WiFi Protected Access* (WPA) – lebih baik satu langkah apabila dibandingkan dengan WEP. Menggunakan enkripsi protokol integritas kunci yang bersifat sementara. Atau dengan kata lain mengecek apakah kunci yang diberikan sudah benar (*integrity*) sesuai dengan protokol enkripsi tertentu. *Public hotspot* yang menginginkan hanya beberapa *user* yang berwenang sajalah yang dapat mengakses internet biasanya menggunakan metode keamanan WEP 128-bit atau WPA; (3) *Media Access Control* (MAC) – metode MAC ini sedikit berbeda dengan kedua metode keamanan sebelumnya. MAC tidak akan meminta inputan dari *user* berupa *username* dan *password* melainkan memvalidasi salah satu bagian *hardware*. Salah satu *hardware* tersebut adalah *MAC address*. Setiap *MAC address* pada setiap komputer di dunia ini berbeda satu sama lainnya. Metode keamanan MAC ini memfilter *MAC address* yang mengakses jaringannya. Hanya *MAC address* tertentu saja – atau yang ada pada daftar yang diperbolehkan – yang mendapatkan izin atau hak akses untuk mengakses jaringan.

### **WiMax**

Wimax merupakan singkatan dari *Worldwide Interoperability for Microwave Access*. Merupakan solusi *Wireless Metropolitan Area Network* (WMAN). Wimax ini merupakan teknologi yang berbasis pada standar yang telah ditetapkan oleh IEEE yaitu 802.16.

Karakteristik dari WiMax sendiri antara lain adalah: (1) layanan *broadband* berkecepatan tinggi. Layanannya menyeluruh dengan kecepatan transmisi data yang tinggi; (2) teknologi *wireless* – atau sering disebut dengan teknologi tanpa kabel. Akan sangat jauh lebih baik jika dibandingkan dengan teknologi yang menggunakan kabel, karena akan lebih murah, karena tidak perlu membayar keperluan kabel atau DSL lagi, dan mudah, karena untuk memasuki daerah-daerah terpencil hanya dengan menempatkan sebuah *tower* saja (bentuknya kurang lebih sama dengan *tower* yang digunakan untuk telepon selular) sehingga tidak perlu menggali sepanjang koneksi untuk menempatkan kabel

yang panjang yang menghubungkan antara ISP dengan komputer *user*; (3) jangkauan yang sangat luas seperti pada telepon selular zaman sekarang. Perbedaan jangkauan yang sangat jauh apabila dibandingkan dengan WiFi *hotspot* (Grabianowski & Brain, 2008).

WiMax dipercaya oleh banyak orang pada umumnya mempunyai potensi yang baik di masa yang akan datang. Bahkan sekarang sudah mulai ada beberapa pihak yang mulai mengimplementasikannya di Indonesia. Mungkin banyak yang bertanya “Mengapa dikatakan mempunyai potensi yang baik di masa yang akan datang?”. Penulis akan mencoba untuk menjawabnya. Hal ini kurang lebih sama dengan sejarah telepon kabel dengan telepon selular. Pada awalnya yang berkembang pertama kali adalah telepon kabel. Kemudian muncul suatu teknologi baru yang tidak memerlukan kabel yang disebut-sebut sebagai telepon selular. Dan pada masa kini orang-orang pada umumnya tidak lagi banyak menggunakan telepon kabel. Mereka lebih sering menggunakan telepon selular. Mengapa? Hal ini dikarenakan oleh segi mobilitas dan kemudahan. Untuk memasuki daerah-daerah yang belum ada telepon sama sekali, jika menggunakan telepon kabel, perusahaan harus menggali atau membangun tiang-tiang untuk menarik kabel telepon dari pusat menuju ke daerah yang dituju. Hal ini sangat merepotkan dan memakan waktu serta tenaga yang banyak. Tetapi jika menggunakan telepon selular, kita tidak perlu lagi membuat media penghantar seperti kabel karena media untuk telepon selular adalah udara. Yang perlu perusahaan telepon selular lakukan adalah membangun tower pemancar sekaligus penerima sinyal telepon di tempat yang dibutuhkan. Selain itu juga *user* pada umumnya membutuhkan mobilitas yang tinggi. Dengan menggunakan telepon selular, telepon *user* tidak perlu lagi terpaku pada satu tempat saja. *User* dapat membawa kemana-mana teleponnya dan dapat menelpon kapanpun juga. Sebagai tambahan *user* juga menikmati kemudahan yang diberika dari telepon selular. Untuk mendapatkan telepon selular *user* hanya perlu untuk membeli telepon selularnya lalu membeli kartu sim dari provider selular yang ada. Tetapi untuk telepon kabel, *user* perlu mendaftarkan diri *user* dahulu, lalu menunggu kabel untuk dipasangkan ke rumah. Hal ini cukup sederhana namun juga memakan waktu.

Bila dibandingkan hubungan antara telepon kabel dengan telepon selular ini mirip dengan hubungan yang terjadi antara koneksi yang menggunakan kabel atau DSL dengan koneksi yang menggunakan WiMax. Perusahaan lebih memilih untuk membangun satu *tower* untuk *transmitter* dan sekaligus *receiver* untuk daerah-daerah tertentu, dibandingkan dengan mengubur *fiber optic* dan kabel DSL. *User* juga akan memilih mobilitas yang tinggi. Jika dengan kabel, *user* hanya dapat melakukan koneksi di rumahnya saja atau di kantornya saja. Tetapi dengan WiMax, *user* hanya perlu membawa *notebook*-nya (yang tentu saja harus dilengkapi dengan *wireless adapter*) lalu *user* dapat melakukan koneksi dimana saja dan kapan saja.

## **Implementasi WiMax**

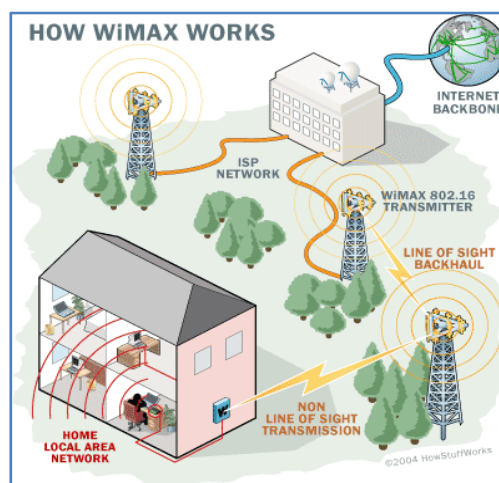
Jika dibandingkan dengan WiFi, WiMax mempunyai jangkauan yang jauh lebih luas, melayani transmisi data dengan kecepatan yang sangat tinggi, dan untuk jumlah *user* (*client*) yang banyaknya berkali-kali lipat. Tujuan dibuatnya WiMax tidak lain adalah untuk dapat menjangkau daerah-daerah yang selama ini masih belum pernah terjamah dengan koneksi internet.

Untuk membuat suatu sistem WiMax pertama-tama kita memerlukan dua buah bagian yang paling penting, yaitu: (1) WiMax *Tower* (disebut juga dengan *BaseStation*, Gambar 5), yang mempunyai konsep kerja yang sama dengan *tower* yang digunakan pada telepon selular. WiMax *Tower* bertugas untuk men-transmit dan menerima. WiMax *tower* mempunyai jarak jangkauan yang sangat luas sekali sekitar 8000 Km<sup>2</sup>; (2) WiMax Receiver, yang memiliki konsep kerja kurang lebih sama dengan *wireless adapter* yang ada pada sistem WiFi. Bentuknya kurang lebih sama seperti sebuah *box* atau sebuah PCMCIA *card*, ataupun mungkin juga dapat dibuat *built-in* pada *notebook* (sama seperti *built-in wireless adapter* yang ada pada *notebook* pada umumnya masa kini).



Gambar 5. WiMax tower (Sumber: Intel).

Untuk mendapatkan koneksi Internet maka ISP Network diperlukan sebagai penengah. Dari Internet Backbone terhubung melalui kabel ke ISP Network. Lalu ISP Network yang memiliki ketiga WiMax tower tersebut menghubungkan internet hanya ke beberapa tower terdekat. Sisa tower yang tidak mendapatkan koneksi internet melalui kabel, dikirimkan koneksi internetnya dengan menggunakan *microwavelink* dengan menggunakan metode pengiriman *Line-of-Sight* (LOS). Metode pengiriman *Line-of-Sight* ini maksudnya adalah kedua piringan antena pemancar dan penerima harus saling berhadapan secara garis lurus dan tanpa penghalang apapun. Kedua piringan antena ini memang disediakan khusus untuk komunikasi dari tower satu ke yang lainnya. Koneksi secara *line-of-sight* ini memang terbatas hanya pada dua titik tersebut, tetapi sinyal yang dipancarkan kuat sekali dan jauh lebih stabil. Jadi dapat memungkinkan kecepatan transmisi yang cepat dan mengurangi resiko terjadinya *error*. Selain itu metode *line-of-sight* ini juga menggunakan frekuensi yang jauh lebih tinggi (diperkirakan sampai 66 GHz), sehingga dapat terhindar dari gangguan dari luar dan mendapatkan *bandwidth* yang lebih besar. Setelah itu koneksi internet akan disalurkan dari tower-tower yang ada menuju ke *user*. *User* menangkap gelombang *microwave* yang dipancarkan dengan menggunakan WiMax receiver. *User* dapat berupa perorangan atau pun jaringan lokal lainnya. Pada gambar dapat kita lihat bahwa *user*nya merupakan suatu *Home Local Area Network*. Metode yang digunakan untuk menyalurkan koneksi internet dari WiMax tower ke WiMax receiver adalah metode *Non-Line-of-Sight* (NLOS). *Non-line-of-sight* ini berarti merupakan kebalikan dari metode sebelumnya, yaitu *line-of-sight*. *Non-line-of-sight* tidak harus secara langsung berhadapan dan WiMax pada saat ini menggunakan frekuensi yang lebih rendah, yaitu 2 GHz sampai 11 GHz (hampir sama dengan WiFi). Gambaran singkat mengenai arsitektur koneksi WiMax akan dijelaskan menggunakan Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Arsitektur koneksi WiMax.

## Spesifikasi Standar IEEE 802.16

WiMax secara garis besar beroperasi sama seperti cara kerja WiFi. Data yang dikirimkan dari *tower* diubah menjadi sinyal radio lalu dikirimkan melalui antena kepada *receiver*. *Receiver* mengubah sinyal analog itu dan menampilkannya pada layar *monitor* untuk *user*. Jika ingin ISP *Network* dapat menambahkan semacam enkripsi untuk data pada saat ditransmit, supaya lebih aman dari pihak-pihak yang tidak berkepentingan yang ingin mengakses.

Jika WiFi dapat mencapai kecepatan maksimal transmisi data hingga 54 Mbps pada kondisi-kondisi tertentu, WiMax dapat mencapai kecepatan maksimal transmisi data hingga 70 Mbps. Tetapi perbedaan terbesarnya bukanlah masalah kecepatan melainkan masalah jarak jangkauan. Jika WiFi mampu menutupi daerah hingga radius 30 meter, WiMax mampu mempunyai jarak jangkauan hingga 50 kilometer. Tentu saja sama dengan kondisi WiFi, adanya gangguan cuaca, angin, gedung, gunung, dan lain-lain akan dapat menghambat dan mengurangi sedikit kecepatan transmisi datanya. Tetapi pada kondisi terbaik WiMax mampu menjangkau hingga 50 kilometer.

Spesifikasi standar 802.16 secara garis besar adalah sebagai berikut: (1) jarak jangkauan mencapai 50 kilometer; (2) kecepatan maksimum transmisi data dapat mencapai 70 Mbps (dari *base station* ke *user*); (3) *Line-of-sight* tidak diperlukan untuk komunikasi antara *user* dengan *tower*; (4) bekerja pada frekuensi 2 sampai 11 GHz (untuk komunikasi dari *tower* ke *user*) dan 10 sampai 66 GHz (untuk komunikasi dari *tower* satu ke *tower* yang lain); (5) Mendefinisikan MAC (*Media Access Control*) dan PHY (*Physical*) Layer (Grabianowski dan Brain, 2008).

## Sertifikasi WiMax untuk Standar 802.16

Sama halnya seperti pada WiFi, organisasi yang mengeluarkan standar dan organisasi yang memberikan sertifikat adalah dua buah organisasi yang berbeda. IEEE yang mengeluarkan dan meresmikan standar 802.16. Sedangkan yang menguji apakah suatu produk baru dengan standar 802.16 dan memberikan sertifikat, adalah WiMax Forum. Gambar 7 adalah logo sertifikasi WiMax.



Gambar 7. Logo Sertifikasi WiMax.

## Fitur PHY Layer

Seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya standar WiMax dilengkapi dengan fitur PHY (physical) layer. Beberapa dari fitur yang diberikan pada PHY layer standar 802.16 ini adalah fitur-fitur yang dapat memberikan keuntungan dan menambah performa dari standar 802.16 itu sendiri, di antaranya: (1) 256 point bentuk gelombang FFT OFDM untuk addressing multipath baik untuk kondisi LOS ataupun NLOS; (2) modulasi yang adaptif dan koreksi terhadap kesalahan *encoding* pada setiap ledakan frekuensi radio (ledakan disini maksudnya adalah paket data yang datang dalam satu waktu yang bersamaan dan berukuran besar). Keuntungannya adalah untuk memastikan tidak ada yang salah dengan ledakan tersebut dan memaksimalkan kecepatan transmisi data; (3) mendukung *duplexing* TDD dan FDD untuk validasi address yang ada dari seluruh dunia (walaupun ada redundansi *address*) dan menyeleksi mana *address* yang boleh mengakses dan mana *address* yang tidak boleh; (4) ukuran *channel* yang fleksibel untuk beroperasi di berbagai *channel*

yang berbeda dengan segala kebutuhannya (yang sesuai dengan *channel* tertentu) di seluruh dunia; (5) dirancang untuk mendukung sistem *smartantenna* untuk meningkatkan performa standar 802.16.

### **Fitur MAC Layer**

Selain fitur *PHY layer*, standar WiMax juga dilengkapi dengan fitur *MAC layer*. Fitur *MAC layer* didesain sedemikian rupa agar standar 802.16 dapat menghadapi berbagai tantangan. Beberapa fiturnya adalah sebagai berikut: (1) TDM/TDMA yang dijadwalkan per-*frame*-nya baik untuk *uplink* maupun *downlink* untuk pengefektifan penggunaan *bandwidth*; (2) Berorientasi koneksi – *Routing* dan *forward* paket yang lebih cepat; (3) *AutomaticRetransmissionRequest* (ARQ) untuk meningkatkan performa *end-to-end*; (4) Mendukung teknik modulasi yang sudah diadaptasi untuk meningkatkan kapasitas dari sistem; (5) keamanan dan enkripsi (Triple DES) untuk melindungi privasi *user*; (6) *Automatic Power Control* yang memungkinkan pengembangan selular dengan cara meminimalisasikan gangguan dari dalam sistem

### **MBWA (IEEE 802.20)**

Standar yang lebih baru dibandingkan dengan WiMax adalah 802.20 atau yang lebih umum dikenal dengan MBWA (*Mobile Broadband Wireless Access*). MBWA ini kurang lebih sama saja dengan WiFi ataupun WiMax. Hanya letak perbedaannya ada pada tingkat mobilitas. WiFi dan WiMax *base station*-nya hanya terpaku pada satu tempat saja. Sedangkan untuk MBWA dapat dibawa kemanapun. Jadi tingkat mobilitasnya lebih tinggi daripada WiFi ataupun WiMax. Oleh karena itu terkadang orang menyebut MBWA dengan sebutan *Mobile WiMax*.

Frekuensi dari MBWA ini diperkirakan akan beroperasi di frekuensi dibawah 3.5 GHz dan kecepatan transmisi datanya mencapai 1 Mbps pada kecepatan 250 km/jam. Tidak menutup kemungkinan untuk kecepatan transmisi datanya menjadi lebih dari yang sudah disebutkan apabila berada pada kecepatan yang lebih rendah dari yang sebelumnya disebutkan. Jangkauan dari MBWA sendiri dapat mencapai 9 mil pada kecepatan 155 m/jam. Walaupun standar ini masih jauh dari selesai, tetapi standar ini jauh lebih matang daripada para generasi sebelumnya. Versi draft spesifikasinya sudah dipublikasikan sejak tanggal 18 Januari 2008.

### **Teknologi Wireless untuk Masa Depan**

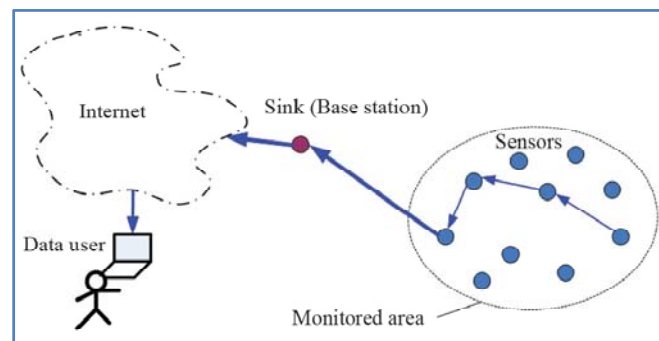
Teknologi *wireless* menurut Al Javed – salah satu orang berpengaruh di bidang teknologi *wireless* pada perusahaan Nortel Networks – akan masih terus berkembang dengan cepatnya. Hal ini dikemukakannya pada *Nortel Technology Journal*, dimana kebutuhan akan akses informasi yang akan semakin meningkat.

Kebutuhan akan informasi akan meningkat dengan pesat dan dibutuhkan untuk berbagai macam aktivitas yang terdengar sederhana, tapi memerlukan *bandwidth* dan kuantitas yang semakin tinggi. Aktivitas tersebut antara lain datang dari *mobile device*, *gaming*, *video streaming*, *music streaming*, *mail*, dan tak terkecuali untuk dunia pendidikan untuk pencarian berbagai informasi atau pengetahuan. Kebutuhan inilah yang mendorong manusia untuk selalu mengembangkan teknologi *wireless*. Selain itu karena tidak semua area dapat dijangkau oleh media kabel, *wireless* merupakan solusi yang paling memungkinkan saat ini.

Saat ini banyak diciptakan *micro-chip* dapat ditanamkan pada beberapa peralatan, mulai dari peralatan rumah tangga yang paling sederhana hingga perangkat medis yang paling rumit sekalipun. *Micro-chip* praktis ini banyak dibangun dan ditanamkan ke *home appliances* yang berasal dari Jepang. Chip ini berjalan diatas *operating system* yang dikembangkan oleh salah satu perusahaan elektronik di Jepang dan dinamakan TRON (*Nortel Technology Journal*, 2010). *Micro-chip* ini digunakan untuk

berbagai keperluan, dari mulai menyimpan data hingga melakukan pemrosesan data hingga menjadi informasi yang berguna bagi manusia. Bayangkan jika chip-chip ini dapat dimanfaatkan secara jarak jauh dan baik. Tidak hanya informasi yang berharga yang didapat dari chip-chip tersebut, tapi juga mampu melakukan sesuatu apapun itu dari jarak yang jauh. Dan tentunya semua teknologi masa depan ini membutuhkan koneksi atau jaringan yang dapat menjangkau dengan mudah dan cepat. Disinilah teknologi *wireless* diharapkan untuk dapat mendukungnya. Karena tidak mungkin jaringan jutaan *micro-chip* tersebut dibangun di atas media kabel.

Teknologi masa depan yang dapat diaplikasikan untuk *wireless*, juga dapat membantu masalah kesehatan manusia. Karena *micro-chip* (atau semacam sensor) yang ditanamkan ke peralatan rumah tangga atau mesin lainnya dapat ditanamkan juga pada tubuh manusia. Teknologi *micro-chip* ini dibuat agar dapat mendeteksi kondisi fisik tubuh manusia, lalu mengirimkan data-data tersebut ke server yang dihubungkan dengan jaringan *wireless*. Server menyimpan data-data tersebut dan *monitoring*-nya. Sistem ini pernah dikemukakan oleh Prem Chand Jain, pada artikelnya di jurnal IETE Technical Review. Model sistemnya dapat dilihat dibawah ini (Gambar 8).



Gambar 8. Gambaran Sistem (Jain PC, 2011).

Gambar model sistem diatas menunjukkan bahwa orang-orang yang ditanamkan sensor (*micro-chip*) hanya dijangkau oleh area tertentu saja. Untuk kedepannya, teknologi *wireless* diharapkan agar dapat memungkinkan untuk monitoring keadaan fisik ini tidak hanya pada area tertentu saja (atau pada area jangkauan yang lebih luas), sehingga orang-orang dapat lebih bebas beraktivitas, namun dengan tetap dapat dipantau kesehatan fisiknya.

## PENUTUP

Teknologi untuk dapat berkomunikasi tanpa kabel telah mengalami perkembangan yang cukup pesat. Mulai dari metode komunikasi telegram tanpa kabel, telepon tanpa kabel, hingga kini transfer data melalui perangkat elektronik tanpa kabel. Teknologi ini biasa dikenal dengan teknologi *wireless*, dan menggunakan frekuensi radio sebagai media pengganti kabel.

Perkembangan teknologi transfer data yang mulai dapat digunakan oleh orang pada umumnya adalah InfraRed. Teknologi ini mulai populer digunakan oleh banyak karena biasanya terdapat di telepon selular pada umumnya di masa itu. Dikarenakan kecepatan transmisi yang kecil dan banyak kekurangan lainnya, teknologi Bluetooth segera menyusul. Bluetooth mampu menutupi hampir seluruh kekurangan teknologi InfraRed. Namun dikarenakan semakin besarnya ukuran data yang ingin bisa ditransfer tanpa memerlukan kabel dan bersifat *mobile*, beberapa standar teknologi *wireless* mulai dikembangkan. Standar teknologi yang kini sudah banyak digunakan oleh orang pada umumnya dan masih terus berkembang adalah teknologi WiFi.



Teknologi WiFi terbagi dalam beberapa standar sesuai dengan kecepatan transmisi dan spesifikasinya masing-masing. Standar-standar ini juga mengalami perkembangan dari masa ke masa. Perkembangan standar ini dilakukan untuk semakin memperbaiki kekurangan yang ada pada standar sebelumnya. Setelah teknologi WiFi mulai dikembangkanlah teknologi WiMax yang mempunyai area jangkauan yang lebih luas. WiMax dikembangkan dengan tujuan agar dapat menjangkau area-area yang sebelumnya sangat sulit dijangkau dengan menggunakan kabel. Diharapkan untuk di masa yang akan datang beberapa area pedesaan atau pegunungan yang sebelumnya tidak dapat menikmati fasilitas internet mulai dapat mendapatkan akses internet tersebut.

Selain itu banyak sistem-sistem yang memungkinkan untuk dapat membantu manusia, yang perlu didukung oleh jaringan *wireless* yang lebih kuat dan luas. Seperti sistem pendataan jarak jauh, *monitoring* kesehatan, dan sebagainya. Oleh karena itu teknologi *wireless* ini diramalkan masih akan terus berkembang di masa depan. Selain semakin berkembang diramalkan teknologi *wireless* ini juga akan semakin murah, atau – jika memungkinkan – menjadi gratis karena harga sebuah teknologi cenderung akan mengalami penurunan seiring dengan perkembangannya yang cepat. Sehingga teknologi *wireless* ini dapat digunakan dengan baik untuk membantu kehidupan manusia.

Penulisan paper ini diharapkan dapat berguna untuk menambah pengetahuan dan dapat lebih mendorong perkembangan teknologi *wireless* di Indonesia. Khususnya jika WiMax lebih dikembangkan di Indonesia dapat sangat membantu daerah-daerah Indonesia yang sebelumnya tertinggal, agar dapat ikut merasakan dampak Internet untuk mengembangkan komunikasi dan pengetahuan demi investasi ilmu pengetahuan generasi-generasi penerus Indonesia.

Tidak hanya itu, penulis juga mengharapkan agar paper ini dapat membuat teknologi *wireless* ini lebih dikembangkan lagi di Indonesia karena untuk wilayah Indonesia akses jaringan *wireless* masih dirasa kurang jika dibandingkan dengan negara-negara lainnya. Kekurangan ini dilihat dari segi kemudahan aksesnya dan biayanya. Jika akses *wireless* sudah dengan mudah dan murah didapatkan di Indonesia, hal berikutnya adalah menghadirkan berbagai macam sistem yang bermanfaat bagi masyarakat. Beberapa sistem yang telah disebutkan pada paper ini diharapkan agar dapat terealisasi di Indonesia. Selain dapat meningkatkan pemberdayaan manusia, sistem-sistem yang memakai teknologi *wireless* di masa depan ini diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat juga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brain, Marshall & Wilson, Tracy V. *How WiFi Works*. (2008). Diakses dari <http://computer.howstuffworks.com/wireless-network.htm>
- Conniq.com. *Comparison between Bluetooth and IrDA*. Di akses 11 Juni 2008 dari [http://www.conniq.com/Bluetooth\\_IrDA\\_comparison.htm](http://www.conniq.com/Bluetooth_IrDA_comparison.htm)
- Grabianowski, Ed & Brain, Marshall. (2008). *How WIMAX Works*. Diakses dari <http://computer.howstuffworks.com/wimax.htm>
- IEEE. (2011). *History of IEEE*. Diakses dari [http://www.ieee.org/about/ieee\\_history.html](http://www.ieee.org/about/ieee_history.html).
- Jain, P C. (2011). Wireless Body Area Network for Medical Healthcare. *IETE Technical Review*, 28(4).