

Pengantar Teknologi *Bluetooth*

Siyamta

must_yamta@yahoo.com

Lisensi Dokumen:

Copyright © 2005 IlmuKomputer.Com

Seluruh dokumen di IlmuKomputer.Com dapat digunakan, dimodifikasi dan disebarkan 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.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengertian Bluetooth

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi *wireless* (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz *unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical)* dengan menggunakan sebuah *frequency hopping tranceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real-time* antara *host-host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas. *Bluetooth* sendiri dapat berupa *card* yang bentuk dan fungsinya hampir sama dengan *card* yang digunakan untuk *wireless local area network (WLAN)* dimana menggunakan frekuensi radio standar IEEE 802.11, hanya saja pada *bluetooth* mempunyai jangkauan jarak layanan yang lebih pendek dan kemampuan *transfer* data yang lebih rendah.

Pada dasarnya *bluetooth* diciptakan bukan hanya menggantikan atau menghilangkan penggunaan kabel didalam melakukan pertukaran informasi, tetapi juga mampu menawarkan fitur yang baik untuk teknologi *mobile wireless* dengan biaya yang relatif rendah, konsumsi daya yang rendah, *interoperability* yang menjanjikan, mudah dalam pengoperasian dan mampu menyediakan layanan yang bermacam-macam. Untuk memberi gambaran yang lebih jelas mengenai teknologi bluetooth yang relatif baru ini, berikut diuraikan tentang sejarah munculnya *bluetooth* dan perkembangannya, teknologi yang digunakan pada sistem *bluetooth* dan aspek layanan yang mampu disediakan, uraian tentang perbandingan metode modulasi *spread spectrum FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)* yang digunakan oleh *bluetooth* dibandingkan dengan metode *spread spectrum DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)* serta interferensi *bluetooth* dengan ponsel.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Sejarah *Bluetooth*

Nama *bluetooth* berawal dari proyek prestisius yang dipromotori oleh perusahaan-perusahaan raksasa internasional yang bergerak di bidang telekomunikasi dan komputer, di antaranya *Ericsson, IBM, Intel, Nokia, dan Toshiba*.

Proyek ini di awal tahun 1998 dengan kode nama *bluetooth*, karena terinspirasi oleh seorang raja Viking (Denmark) yang bernama Harald Blatand. Raja Harald Blatand ini berkuasa pada abad ke-10 dengan menguasai sebagian besar daerah Denmark dan daerah Skandinavia pada masa itu. Dikarenakan daerah kekuasaannya yang luas, raja Harald Blatand ini membiayai para ilmuwan dan insinyur untuk membangun sebuah proyek berteknologi metamorfosis yang bertujuan untuk mengontrol pasukan dari suku-suku di daerah Skandinavia tersebut dari jarak jauh. Maka untuk menghormati ide raja Viking tersebut, yaitu Blatand yang berarti *bluetooth* (dalam bahasa Inggris) proyek ini diberi nama.

Kali pertama dirilis untuk *bluetooth* versi 1.0 dan 1.0 B pada tanggal 26 Juli 1999 produk ini belum sempurna, karena mempunyai banyak masalah dan perusahaan manufaktur pendukungnya mengalami kesulitan dalam menerapkan teknologi ini pada produk mereka. Untuk versi ini dibutuhkan perintah manual pada *Hardware Device Address (BD-ADDR)* transmisi saat proses koneksi di antara dua *device* dalam satu jaringan (*handshaking process*) sehingga keamanan pengguna tidak terjamin, dan penggunaan protokol tanpa nama (*anonymite mode*) tidak dimungkinkan di versi ini. Jadi *settingan* yang harus dilakukan juga cukup rumit.

Pada bulan Oktober di tahun yang sama, *Bluetooth* telah diperbarui dan dirilis versi 1.1 dan 1.2. Untuk versi ini telah dilakukan penyempurnaan dan perbaikan antara lain :

- Digunakannya *masks* pada perangkat *Hardware Device Address (BD-ASSR)* untuk melindungi pengguna dari *identity snooping* (pengintai) maupun *tracker*.
- Penggunaan protokol tanpa nama (*anonymite mode*) sudah tersedia namun tidak diimplementasikan, sehingga konsumen biasa tidak dapat menggunakannya.
- *Adaptive Frequency Hopping (AFH)*, dengan memperbaiki daya tahan dari gangguan frekuensi radio yang digunakan oleh banyak orang di dalam *hopping sequence*.
- Transmisi berkecepatan tinggi.

Dengan bertambahnya perusahaan manufaktur pendukung, antara lain *3Com*, *Ericsson*, *IBM*, *Intel*, *Lucent Technologies*, *Microsoft*, *Motorola*, *Nokia*, dan *Toshiba* yang lebih dikenal dengan nama *The Bluetooth SIG (Special Interest Group)*, maka teknologi ini pun mengalami perbaikan-perbaikan untuk versi 2.0-nya. Fitur tambahan yang dirilis oleh periset dari *Ericsson* tidak menjelaskan secara detail, tetapi intinya ada beberapa tambahan pada *Bluetooth* ini, antara lain:

- Diperkenalkannya *Non-hopping narrowband channels*. Pada *channel* ini bisa digunakan untuk memperkenalkan layanan *profile bluetooth* oleh berbagai *device* dengan volume yang sangat tinggi dari perangkat *bluetooth* secara simultan.
- Tidak dienkripsinya informasi yang bersifat umum secara *realtime*, sehingga dasar kemacetan trafik informasi dan laju trafik ke tujuan dapat dihindari waktu ditransmisikan oleh perangkat dengan melewati setiap host dengan kecepatan tinggi.
- Koneksi berkecepatan tinggi.
- *Multiple speeds level*.

Bluetooth menggunakan salah satu dari dua jenis frekuensi *Spread Spectrum Radio* yang digunakan untuk kebutuhan *wireless*. Jenis frekuensi yang digunakan adalah *Frequency Hopping Spread Spedtrum (FHSS)*, sedangkan yang satu lagi yaitu *Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)* digunakan oleh IEEE802.11xxx. *Transceiver* yang digunakan oleh *bluetooth* bekerja pada frekuensi 2,4 GHz *unlicensed ISM (Industrial, Scientific, and Medical)*.

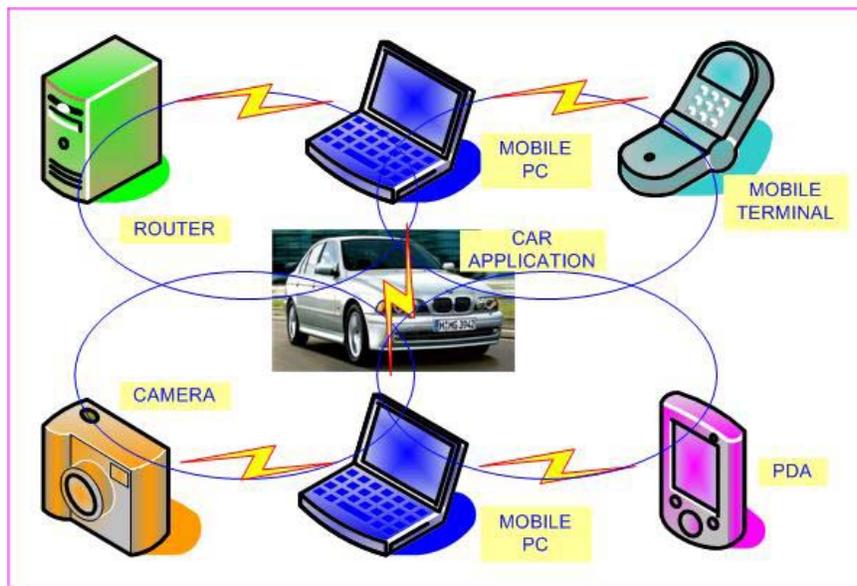
Pada beberapa negara terdapat perbedaan penggunaan frekuensi dan channel untuk Bluetooth ini. Seperti di Amerika dan Eropa, frekuensi yang digunakan adalah dari 2400–2483,5 yang berarti menggunakan 79 *channel*. Cara perhitungannya sebagai berikut : untuk *RF Channel* yang bekerja frekuensi $f = 2402+k$ MHz, di mana k adalah jumlah *channel* yang digunakan yaitu : 0 sampai dengan 78 = $2402+79 = 2481$ MHz. Kemudian ditambah dengan pengawal frekuensi yang diset pada 2 MHz sampai dengan 3,5 MHz untuk lebar pita gelombang 1 MHz, sehingga totalnya menjadi $2481+2,5 = 2483,5$ MHz.

2.2 Aplikasi dan Layanan

Protokol *bluetooth* menggunakan sebuah kombinasi antara *circuit switching* dan *packet switching*. *Bluetooth* dapat mendukung sebuah kanal data asinkron, tiga kanal suara sinkron simultan atau sebuah kanal dimana secara bersamaan mendukung layanan data asinkron dan suara sinkron. Setiap kanal suara mendukung sebuah kanal suara sinkron 64 kb/s. Kanal asinkron dapat mendukung kecepatan maksimal 723,2 kb/s asimetris, dimana untuk arah sebaliknya dapat mendukung sampai dengan kecepatan 57,6 kb/s. Sedangkan untuk mode simetris dapat mendukung sampai dengan kecepatan 433,9 kb/s.

Sebuah perangkat yang memiliki teknologi *wireless bluetooth* akan mempunyai kemampuan untuk melakukan pertukaran informasi dengan jarak jangkauan sampai dengan 10 meter (~30 feet), bahkan untuk daya kelas 1 bisa sampai pada jarak 100 meter. Sistem *bluetooth* menyediakan layanan komunikasi *point to point* maupun komunikasi *point to multipoint*.

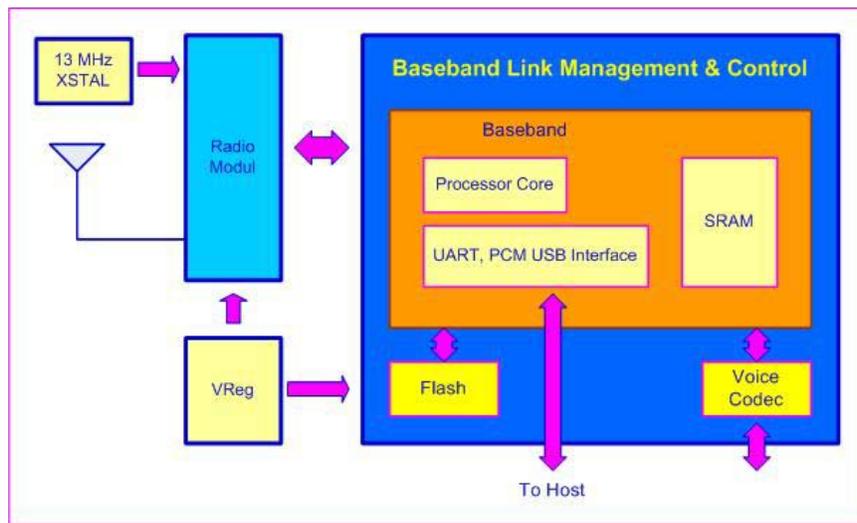
Produk *bluetooth* dapat berupa *PC card* atau *USB adapter* yang dimasukkan ke dalam perangkat. Perangkat-perangkat yang dapat diintegrasikan dengan teknologi *bluetooth* antara lain : *mobile PC*, *mobile phone*, *PDA (Personal Digital Assistant)*, *headset*, *kamera digital*, *printer*, *router* dan masih banyak peralatan lainnya. Aplikasi-aplikasi yang dapat disediakan oleh layanan *bluetooth* ini antara lain : *PC to PC file transfer*, *PC to PC file synch (notebook to desktop)*, *PC to mobile phone*, *PC to PDA*, *wireless headset*, *LAN connection via ethernet access point* dan sebagainya. Contoh modul aplikasi beberapa peralatan yang kemungkinan dapat menggunakan teknologi *bluetooth* dapat dilihat seperti Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Contoh Modul Aplikasi Beberapa *Bluetooth*

2.3 Diskripsi Umum Sistem Bluetooth

Sistem *bluetooth* terdiri dari sebuah *radio transceiver*, *baseband link Management dan Control*, *Baseband (processor core, SRAM, UART, PCM USB Interface)*, *flash* dan *voice code*. sebuah *link manager*. *Baseband link controller* menghubungkan perangkat keras radio ke *baseband processing* dan *layer protokol fisik*. *Link manager* melakukan aktivitas-aktivitas protokol tingkat tinggi seperti melakukan *link setup*, autentikasi dan konfigurasi. Secara umum blok fungsional pada sistem *bluetooth* secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Blok Fungsional Sistem *Bluetooth*

2.4 Spread Spectrum

Bagaimana data bisa bergerak di udara? Wireless LAN mentransfer data melalui udara dengan menggunakan gelombang elektromagnetik dengan teknologi yang dipakai adalah *Spread-Spectrum Technology (SST)*. Dengan teknologi ini memungkinkan beberapa user menggunakan pita frekuensi yang sama secara bersamaan. SST ini merupakan salah satu pengembangan teknologi *Code Division*

Multiple Access (CDMA). Dengan urutan kode (*code sequence*) yang unik data ditransfer ke udara dan diterima oleh tujuan yang berhak dengan kode tersebut. Dengan teknologi *Time Division Multiple Access* (TDMA) juga bisa diaplikasikan (data ditransfer karena perbedaan urutan waktu/*time sequence*). Dalam teknologi SST ada dua pendekatan yang dipakai yaitu :

- *Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)*, sinyal ditransfer dalam pita frekuensi tertentu yang tetap sebesar 17 MHz. Prinsip dari metoda *direct sequence* adalah memancarkan sinyal dalam pita yang lebar (17 MHz) dengan pemakaian pelapisan (*multiplex*) kode/signature untuk mengurangi *interferensi* dan *noise*. Untuk perangkat *wireless* yang bisa bekerja sampai 11M bps membutuhkan pita frekuensi yang lebih lebar sampai 22 MHz. Pada saat sinyal dipancarkan setiap paket data diberi kode yang unik dan berurut untuk sampai di tujuan, di perangkat tujuan semua sinyal terpancar yang diterima diproses dan difilter sesuai dengan urutan kode yang masuk. Kode yang tidak sesuai akan diabaikan dan kode yang sesuai akan diproses lebih lanjut.
- *Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)*, sinyal ditransfer secara bergantian dengan menggunakan 1MHz atau lebih dalam rentang sebuah pita frekuensi tertentu yang tetap. Prinsip dari metoda *frequency hopping* adalah menggunakan pita yang sempit yang bergantian dalam memancarkan sinyal radio. Secara periodik antara 20 sampai dengan 400ms (milidetik) sinyal berpindah dari kanal frekuensi satu ke kanal frekuensi lainnya.

Pita 2.4GHz dibagi-bagi kedalam beberapa sub bagian yang disebut *channel*/kanal. Salah satu standar pembagian kanal ini adalah sistem ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*) dengan membagi kanal dimulai dengan kanal 1 pada frekuensi 2.412MHz, kanal 2 2.417MHz, kanal 3 2.422MHz dan seterusnya setiap 5MHz bertambah sampai kanal 13.

Dengan teknologi DSSS maka untuk satu perangkat akan bekerja menggunakan 4 kanal (menghabiskan 20MHz, tepatnya 17MHz). Dalam implementasinya secara normal pada lokasi dan arah yang sama hanya 3 dari 13 kanal DSSS yang bisa dipakai. Parameter lain yang memungkinkan penggunaan lebih dari 3 kanal ini adalah penggunaan antena (*directional antenna*) dan polarisasi antena itu sendiri (*horisontal/vertikal*). Penggunaan antena *Omni-directional* akan membuat sinyal ditransfer ke seluruh arah (360 derajat).

Teknologi FHSS ditujukan untuk menghindari *noise/gangguan* sinyal pada saat sinyal ditransfer, secara otomatis perangkat *FHSS* akan memilih frekuensi tertentu yang lebih baik untuk transfer data. Kondisi ini menjadikan satu keuntungan dibandingkan dengan DSSS.

2.5 Karakteristik Radio

Bluetooth mempunyai beberapa karakteristik yang akan memberikan ciri-ciri dibandingkan dengan teknologi lainnya. Pada tabel 2.1 dibawah ini dituliskan beberapa karakteristik radio *bluetooth* sesuai dengan dokumen *Bluetooth SIG* (*Special Interest Group*) ini dibentuk oleh beberapa vendor terkemuka yaitu *Ericsson®*, *Intel®*, *IBM®*, dan *Nokia®*.

Tabel 2.1 Karakteristik Radio *Bluetooth* Sesuai Dengan Dokumen *Bluetooth SIG*

PARAMETER	SPESIFIKASI
TRANSMITTER	
Frekuensi	ISM band, 2400 - 2483.5 MHz (mayoritas), untuk beberapa negara mempunyai batasan frekuensi sendiri (lihat tabel 2), spasi kanal 1 MHz.
Maximum Output Power	Power class 1 : 100 mW (20 dBm)Power class 2 : 2.5 mW (4 dBm)Power class 3 : 1 mW (0 dBm)
Modulasi	GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying), Bandwidth Time : 0,5; Modulation Index : 0.28 sampai dengan 0.35.
Out of band Spurious Emission	30 MHz - 1 GHz : -36 dBm (operation mode), -57 dBm (idle mode)1 GHz – 12.75 GHz: -30 dBm (operation mode), -47 dBm (idle mode)1.8 GHz – 1.9 GHz: -47 dBm (operation mode), -47 dBm (idle mode)5.15 GHz –5.3 GHz: -47 dBm (operation mode), -47 dBm (idle mode)
RECEIVER	
Actual Sensitivity Level	-70 dBm pada BER 0,1%.
Spurious Emission	30 MHz - 1 GHz : -57 dBm1 GHz – 12.75 GHz : -47 dBm
Max. usable level	-20 dBm, BER : 0,1%

2.6 Frequency Hopping

Spread spectrum dengan *frequency hopping* adalah proses *spread* atau penyebaran spektrum yang dilakukan pemancar dengan frekuensi pembawa informasi yang merupakan deretan pulsa termodulasi acak semu (*pseudorandom*) yang dilompat-lompatkan dari satu nilai frekuensi ke nilai frekuensi yang lain dalam lebar spektrum frekuensi yang telah ditetapkan sebelumnya dan berulang kali dengan pola kode yang dapat dimodifikasi secara saling bebas, sehingga dapat menempatkan sejumlah pemakai dalam lebar spektrum frekuensi tersebut dengan berbeda pola acak kode generatornya. Teknik penyebaran spektrum (*spread spectrum*) digunakan, karena :

- Kemampuannya membatasi interferensi internal akibat padatnya lalu lintas komunikasi yang menggunakan frekuensi radio.
- Kemampuan menolak terhadap penyadapan informasi oleh penerima yang tidak dikenal.
- Dapat dioperasikan dengan kerapatan spektral berenergi rendah.

- Penggunaan yang lebih aman. Frekuensi ini dapat melakukan lompatan gelombang hingga 1600 lompatan per detik. Hal ini mempersulit dilakukan penyadapan data, karena lompatan sinyal data yang cepat dan tidak beraturan sulit ditangkap oleh transceiver lain, kecuali *transceiver* penerimanya.
- Penggunaan yang lebih aman. Frekuensi ini dapat melakukan lompatan gelombang hingga 1600 lompatan per detik. Hal ini mempersulit dilakukan penyadapan data, karena lompatan sinyal data yang cepat dan tidak beraturan sulit ditangkap oleh *transceiver* lain, kecuali *transceiver* penerimanya.
- *Noise* yang lebih kecil dan jarak pita gelombang yang sempit dapat menolak interferensi.

2.7 Komunikasi RF Pada Spektrum Frekuensi 2.4 Ghz

Sistem *Bluetooth* bekerja pada frekuensi 2.402GHz sampai 2.480GHz, dengan 79 kanal RF yang masing-masing mempunyai spasi kanal selebar 1 MHz, menggunakan sistem *TDD (Time-Division Duplex)*. Secara global alokasi frekuensi bluetooth telah tersedia, namun untuk berbagai negara pengalokasian frekuensi secara tepat dan lebar pita frekuensi yang digunakan berbeda.

Penggunaan spektrum frekuensi 2.4 GHz secara global belum diatur. Namun ada beberapa persyaratan yang harus diikuti dalam penggunaannya. Hal ini meliputi :

- Spektrum dibagi menjadi 79 kanal frekuensi (walaupun beberapa negara seperti Perancis dan Spanyol hanya menyediakan 23 kanal frekuensi saja).
- Bandwidth dibatasi sampai 1 MHz per kanal.
- Penggunaan frekuensi hopping dalam metode pengiriman datanya
- Interferensi harus dapat diatasi dan ditangani dengan baik.

Komunikasi RF banyak menggunakan spektrum frekuensi ini, seperti HomeRF™ (sebuah spesifikasi untuk komunikasi RF dalam lingkungan perumahan); dan juga IEEE 802.11 juga menggunakan spektrum ini untuk spesifikasi dari teknologi *Wireless LAN*. *Oven microwave* juga beroperasi dalam range frekuensi ini, karena spektrum frekuensi ini belum dilisensikan, maka banyak teknologi yang menggunakannya, sehingga radio interferensi sangat memungkinkan untuk terjadi. Oleh karena itu persyaratan dan pengalamanan mutlak diperlukan bagi teknologi yang menggunakan spektrum 2.4 GHz ini.

Komunikasi *bluetooth* didesain untuk memberikan keuntungan yang optimal dari tersedianya spektrum ini dan mengurangi interferensi RF. Semuanya itu akan terjadi karena *bluetooth* beroperasi menggunakan level energi yang rendah. Batas frekuensi serta kanal RF yang digunakan oleh beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2 Batas Frekuensi Serta Kanal RF Yang Digunakan Oleh Beberapa Negara

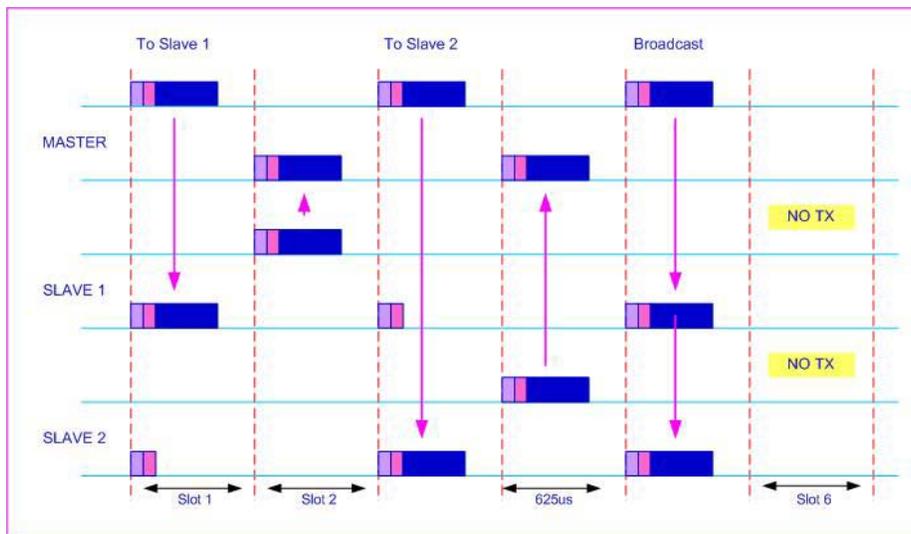
NEGARA	RANGE FREKUENSI	KANAL RF	KANAL
Eropa *) dan USA	2400 – 2483,5 MHz	$f = 2402 + k$ MHz	$k = 0, \dots, 78$
Jepang	2471 – 2497 MHz	$f = 2473 + k$ MHz	$k = 0, \dots, 22$
Spanyol	2445 – 2475 MHz	$f = 2449 + k$ MHz	$k = 0, \dots, 22$
Perancis	2446,5 – 2483,5 MHz	$f = 2454 + k$ MHz	$k = 0, \dots, 22$

*) Kecuali Spanyol dan Perancis

2.8 Time Slot

Kanal dibagi dalam *time slot-time slot*, masing-masing mempunyai panjang 625 μ s. *Time slot-time slot* tersebut dinomori sesuai dengan *clock bluetooth* dari *master piconet*. Batas penomoran *slot* dari 0 sampai dengan 227-1 dengan panjang siklus 227. Di dalam *time slot*, *master* dan *slave* dapat mentransmisikan paket-paket dengan

menggunakan skema *TDD (Time-Division Duplex)*, seperti pada Gambar 2.3 dibawah ini. Master hanya memulai melakukan pentransmisiannya pada nomor *time slot* genap saja sedangkan *slave* hanya memulai melakukan pentransmisiannya pada nomor *time slot* ganjil saja.



Gambar 2.3 Time Slot Pada *Bluetooth*

2.9 Protokol Bluetooth

Protokol-protokol *bluetooth* dimaksudkan untuk mempercepat pengembangan aplikasi-aplikasi dengan menggunakan teknologi *bluetooth*. *Layer-layer* bawah pada *stack protokol bluetooth* dirancang untuk menyediakan suatu dasar yang fleksibel untuk pengembangan protokol yang lebih lanjut. Protokol-protokol yang lain seperti *RFCOMM* diambil dari protokol-protokol yang sudah ada dan protokol ini hanya dimodifikasi sedikit untuk disesuaikan dengan kepentingan *bluetooth*. Pada protokol-protokol *layer* atas digunakan tanpa melakukan modifikasi. Dengan demikian, aplikasi-aplikasi yang sudah ada dapat digunakan dengan teknologi *bluetooth* sehingga *interoperability* akan lebih terjamin.

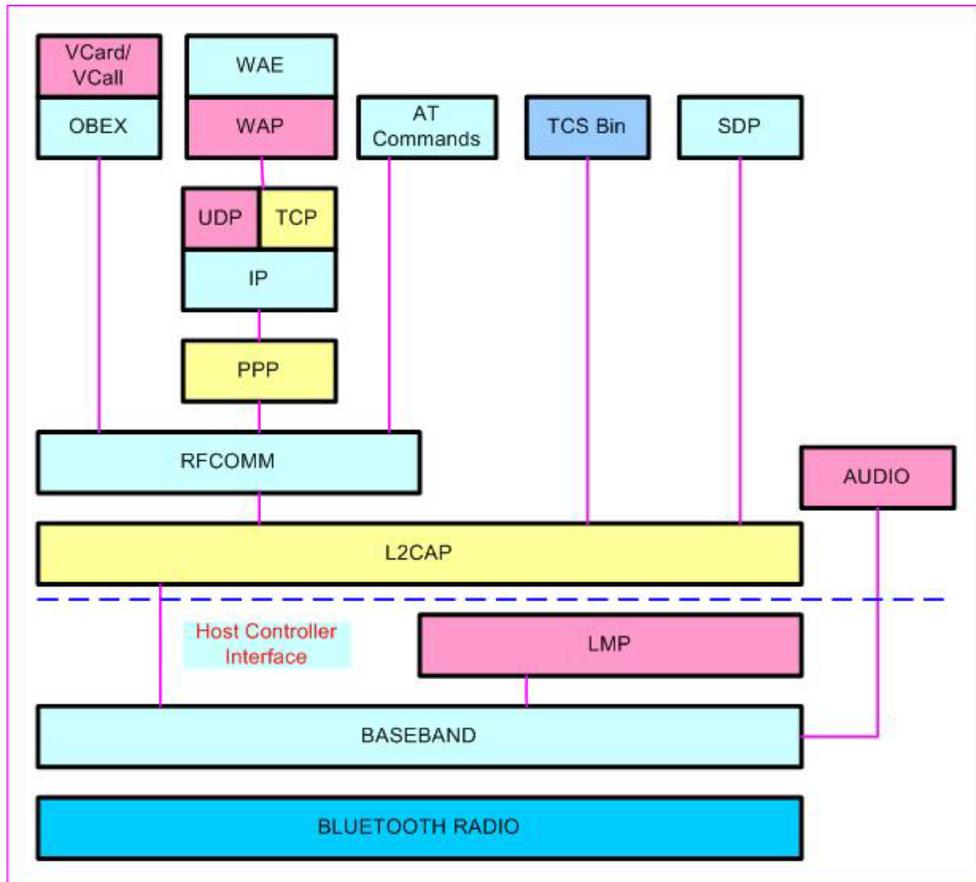
Bluetooth Special Interest Group (SIG) telah mengembangkan spesifikasi *bluetooth* yang berisi tentang protokol yang akan digunakan dalam teknologi *bluetooth* ini. Protokol dasar *bluetooth* adalah *Bluetooth Radio, Baseband dan Link Manager Protocol (LMP)* yang disebut protokol inti. Sedangkan protokol yang ada di atasnya adalah protokol-protokol terapan yang dapat diadaptasikan pada arsitektur protokol *bluetooth* dan telah dikembangkan oleh organisasi lain seperti ETSI. *Radio, baseband dan LMP* ekuivalen dengan lapis fisik dan data link pada lapis protokol OSI. *Stack* protokol *bluetooth* dapat dibagi ke dalam empat *layer* sesuai dengan tujuannya. Berikut protokol-protokol dalam *layer-layer* di dalam *stack* protokol *bluetooth* yang tertera pada Tabel 2.3 dan Gambar 2.4 dibawah ini.

Tabel 2.3 Protokol-Protokol Dan Layer-Layer pada Stack Protokol *Bluetooth*

PROTOCOL LAYER	PROTOCOLS IN THE STACK
Bluetooth Core Protocols	Baseband, LMP, L2CAP, SDP
Cable Replacement Protocol	RFCOMM
Telephony Control Protocols	TCS Binary, AT-commands
Adopted Protocols	PPP, UDP/TCP/IP, OBEX, WAP, vCard, vCal, IrMC, WAE

Protokol inti *bluetooth* berisi protokol yang secara spesifik dikembangkan oleh *bluetooth* SIG. RFCOMM dan *TCS Binary* juga dikembangkan oleh *Bluetooth* SIG namun berdasarkan spesifikasi dari ETSI 07.10 dan rekomendasi ITU-T nomor Q.931. Protokol inti *bluetooth* adalah persyaratan yang mutlak ada di semua perangkat teknologi *Bluetooth* sedangkan protokol lainnya digunakan sesuai keperluan.

Layer-layer pada sistem *bluetooth* dapat dilihat seperti Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4 Layer-Layer Pada Sistem *Bluetooth*

Tiga buah lapisan fisik yang sangat penting dalam protokol arsitektur *Bluetooth* ini adalah :

- **Bluetooth radio**, adalah lapis terendah dari spesifikasi *Bluetooth*. Lapis ini mendefinisikan persyaratan yang harus dipenuhi oleh perangkat *tranceiver* yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz ISM.

- **Baseband**, lapis yang memungkinkan hubungan RF terjadi antara beberapa unit *Bluetooth* membentuk *piconet*. Sistem RF dari *bluetooth* ini menggunakan frekuensi-*hopping-spread spectrum* yang mengirimkan data dalam bentuk paket pada time slot dan frekuensi yang telah ditentukan, lapis ini melakukan prosedur pemeriksaan dan paging untuk sinkronisasi transmisi frekuensi *hopping* dan *clock* dari perangkat *bluetooth* yang berbeda.
- **LMP, Link Manager Protocol**, bertanggung jawab terhadap link set-up antar perangkat *Bluetooth*. Hal ini termasuk aspek securiti seperti autentifikasi dan enkripsi dengan pembangkitan, penukaran dan pemeriksaan ukuran paket dari lapis *baseband*.

2.9.1 Lapisan Radio dan *Baseband*

Sistem radio *bluetooth* mengatur penggunaan spektrum frekuensi yang digunakan oleh *Transmitter* perangkat *bluetooth*, dimana sistem *bluetooth* beroperasi pada spektrum 2.4 GHz yang disebut *industrial, scientific dan medical (ISM) band*. Spasi kanal yang digunakan adalah 1MHz pada spektrum 2400 – 2483,5 MHz dan untuk menghindari terjadinya perubahan regulasi tiap negara maka dibutuhkan *Lower Guard Band (LGB)* 2 Mhz dan *Upper Guard Band (UGB)* 3,5 MHz.

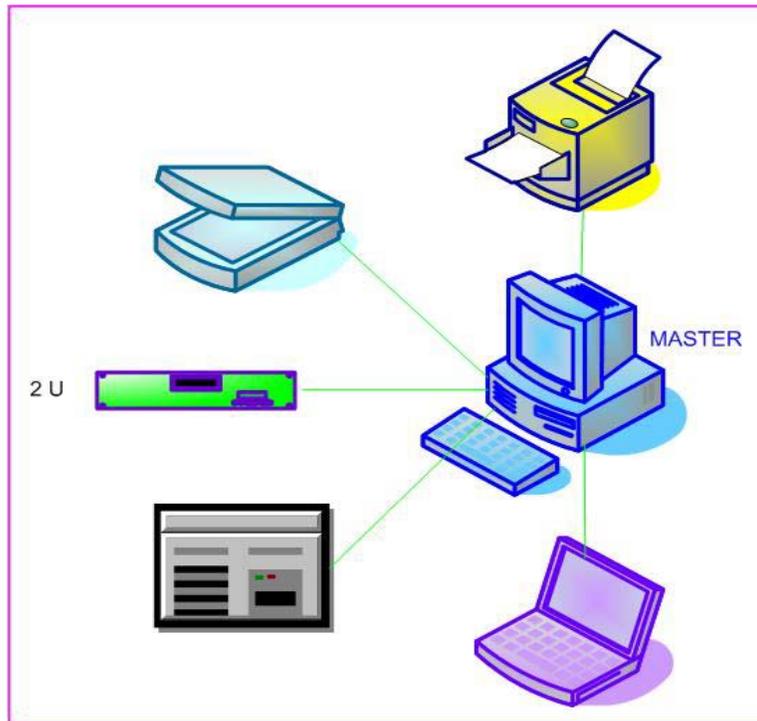
Pada level *baseband*, ketika dua perangkat sudah terhubung oleh link *bluetooth*, satu perangkat bertindak sebagai *master* dan yang lain bertindak sebagai *slave*. Sebuah *master* dapat berhubungan sekaligus dengan 7 buah *active slave* dan dapat juga berhubungan sampai dengan 255 *parked slaves*. Beberapa *slave* yang terhubung dengan sebuah *master* dinamakan *piconet*.

Unit *baseband* atau disebut *link control unit*, adalah perangkat keras yang memfasilitasi hubungan RF diantara perangkat *bluetooth*. Apabila sudah tersambung,

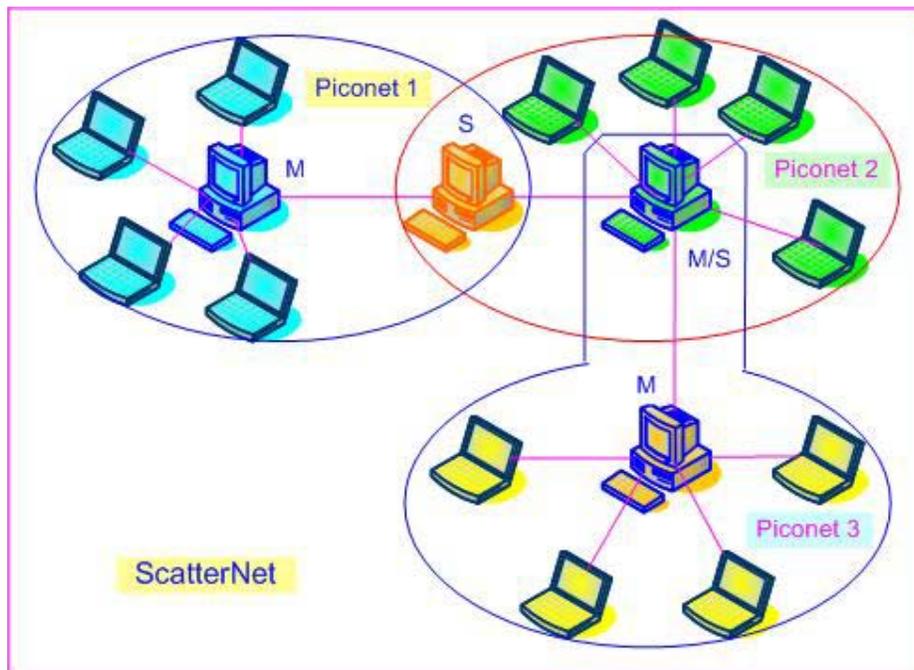
terdapat dua jenis hubungan yang dapat dikerjakan oleh unit ini yaitu *synchronous connection-oriented (SCO)* dan *asynchronous connectionless (ACL)*. Sambungan SCO dapat melakukan *circuit-switched*, sambungan *point-to-point* (biasanya untuk data), suara dan *streaming*. Kecepatan data pada kedua sisi (pengirim, penerima) adalah 433,9 Kbps. ACL melayani sambungan *packet-switched* dan *point to multipoint* biasanya hanya untuk data. Kecepatan sisi penerima mencapai 723,2 Kbps dan sisi pengirim hanya 57,6 Kbps. Modul *baseband* ini terdiri dari *flash memory* dan sebuah *central processing unit* yang bertugas mengatur *timing*, *frequency hopping*, enkripsi data dan *error correction* bekerja sama dengan *link manager protocol (LMP)*. LMP merupakan protokol bluetooth yang bertugas mengontrol dan men-*setup* hubungan data dan audio diantara perangkat *bluetooth*. Seperti terlihat pada Gambar 2.5, *radio frequency (RF)*, *baseband* dan *link manager protocol* disebut sebagai *Host Control Interface (HCI)* yang berfungsi melaksanakan dan menjaga semua hubungan komunikasi dalam *bluetooth*.

Piconet merupakan piranti yang menghubungkan pada jaringan *ad hoc*. Dua sampai delapan komputer bisa digabungkan dalam sebuah *piconet*. Salah satu dari kedelapan komputer setiap *piconet* disebut dengan *master* dan lainnya disebut dengan *slave*.

Gabungan dari beberapa kelompok *piconet* akan membentuk sebuah *scatternet*. Untuk memahami lebih lanjut, *piconet* dan *scatternet* ditunjukkan pada Gambar 2.5 dan 2. 6 dibawah ini.



Gambar 2.5 Sistem Koneksi Pada *Bluetooth*



Gambar 2.6 Interkoneksi Antar Master Dan Slave Pada *Piconet* dan *Scatternet*

Slave yang dikenal pada teknologi *bluetooth* mempunyai beberapa *mode* yang disebut *baseband*. *Mode baseband* ini digunakan untuk penghematan energi yang digunakan oleh perangkat berspesifikasi *bluetooth*. Adapun *mode baseband* tersebut berjumlah 4 *mode* yaitu:

- **Mode active**, secara esensial *slave* selalu terhubung dengan *master* untuk mentransmisikan sinyal data. *Active slave* selalu dapat menerima paket data yang dikirimkan oleh *master* ataupun menerima hanya *header* dari sebuah paket saja dimana paket itu dikirimkan untuk *active slave* yang lain. *Mode* ini memiliki respon yang cepat dan juga mengkonsumsi power yang besar bila selalu menerima paket dan siap untuk mengirim paket data.
- **Mode sniff**, salah satu metode untuk mengurangi konsumsi daya. Pada *mode* ini *slave* menjadi *active slave* secara periodik. *Master* akan mengirimkan paket pada interval tertentu saja dan bila terhubung pada interval awal pada *mode sniff* maka *slave* akan menjadi *active slave*. Konsumsi daya dan kecepatan respon bergantung panjangnya interval waktu.
- **Mode hold**, pada *mode* ini *slave* dapat tidak terhubung dengan *master* dalam waktu yang cukup lama yang disebut waktu *hold*, bila waktu *hold* ini berakhir maka *slave* dapat menerima kembali kiriman paket dari *master*. Konsumsi daya dapat lebih kecil dibandingkan dengan *mode sniff*.
- **Mode park**, pada *mode* ini perangkat masih mengadakan sinkronisasi dengan *piconet* namun tidak berpartisipasi dalam trafiknya. *Mode* ini digunakan bila ada lebih dari 7 perangkat yang menjadi *slave* pada sebuah *piconet*. Konsumsi daya *mode* ini lebih kecil dibandingkan dengan *mode* lainnya.

Baseband memungkinkan hubungan RF terjadi antara beberapa unit *bluetooth* membentuk *piconet*. Sistem RF dari *bluetooth* menggunakan sistem *frequency-hopping-spread-spectrum* yang mengirimkan data dalam bentuk paket pada *time slot*

yang sudah ditentukan di frekuensi yang telah ditetapkan pula, lapis ini bertugas melakukan prosedur pemeriksaan dan paging untuk sinkronisasi dari frekuensi *hopping* dan clock dari perangkat *bluetooth* yang berbeda. Ada dua jenis hubungan fisik yang diatur oleh baseband, yaitu:

- *Synchronous Connection-Oriented* (SCO), dimana paket SCO dapat mengirimkan informasi audio maupun kombinasi dari audio dan data.
- *Asynchronous Connectionless* (ACL), dimana paket ACL hanya mengirimkan data saja.

2.9.2 Audio

Data berbentuk audio dapat ditransfer antara satu atau lebih perangkat *bluetooth*, menggunakan bentuk paket SCO dan langsung diolah oleh baseband tanpa melalui L2CAP. Model audio pada *bluetooth* cukup sederhana, tiap dua perangkat *bluetooth* dapat mengirimkan dan menerima data audio satu sama lain hanya dengan membuka link audio.

2.9.3 Pembangunan Link Pada Lapis Baseband

Prosedur *inquiry* dan *paging* merupakan prosedur awal dalam membangun sebuah hubungan membentuk *piconet*. Setelah prosedur ini maka pertukaran paket dapat terjadi. Pada langkah pertama paket ID dikirimkan 2 buah pada *slot* waktu sama dan loncatan frekuensi yang berbeda $f(k)$ dan $f(k+1)$. *Slave* akan merespon setelah 625 μ detik berikutnya dengan mengirim kode akses dari *slave* itu sendiri. Lalu pada langkah 3 master akan mengirim paket *FHS* dan akan direspon oleh *slave* pada frekuensi sama dan *slot* waktu berbeda. Langkah 6 sudah memasuki status koneksi

dimana paket informasi dapat dipertukarkan. Status ini diawali dengan pengiriman paket *POLL*, bila tidak diterima oleh *slave*, maka prosedur *paging* akan diulang lagi.

Link SCO adalah hubungan *point to point* antara *master* dan *slave* tunggal pada *piconet*, dalam hal ini seperti pada *headset* dengan MS. *SCO link* bekerja secara *circuit switched* dimana *time slot* yang akan digunakan akan dipesan terlebih dahulu.

Link ACL adalah hubungan *point to multipoint* antara *master* dan semua *slave* pada *piconet*. Pada *slot* yang belum digunakan untuk *SCO link* dapat digunakan untuk *link ACL*. *ACL* akan bekerja secara *packet switched*.

2.9.4 Link Manager Protocol (LMP)

LMP_PDU dibawa dalam *payload* dari BB-PDU dari paket ACL yang mempunyai *header* L-CH dengan nilai '11'. LMP-PDU ditransmisikan pada slot single DM1 atau pada paket DV. LMP-PDU mempunyai prioritas yang sangat tinggi, jika diperlukan akan menduduki terlebih dahulu dibanding transmisi SCO untuk mengirim transmisi kontrol kepada perangkat lain.

LMP-PDU-*accepted* dan LMP-PDU-*not-accepted* adalah jenis LMP-PDU yang banyak digunakan pada berbagai prosedur LMP. LMP-PDU-*accepted* berisi *opcode* dan berarti bahwa pesan telah diterima dan LMP-PDU-*not-accepted* berisi *opcode* dan berarti bahwa pesan tidak diterima beserta alasan mengapa tidak diterima.

Berbagai protokol pengaturan *link* dapat dikirimkan melalui LMP PDU. Adapun protokol pengaturan yang penting antara lain:

- Autentikasi perangkat dan enkripsi sebagai bagian dari manajemen keamanan informasi yang terkirim pada perangkat *bluetooth*.
- Pemilihan mode penggunaan daya seperti *mode sniff*, *hold* dan *mode park* sebagai bagian dari manajemen daya perangkat.

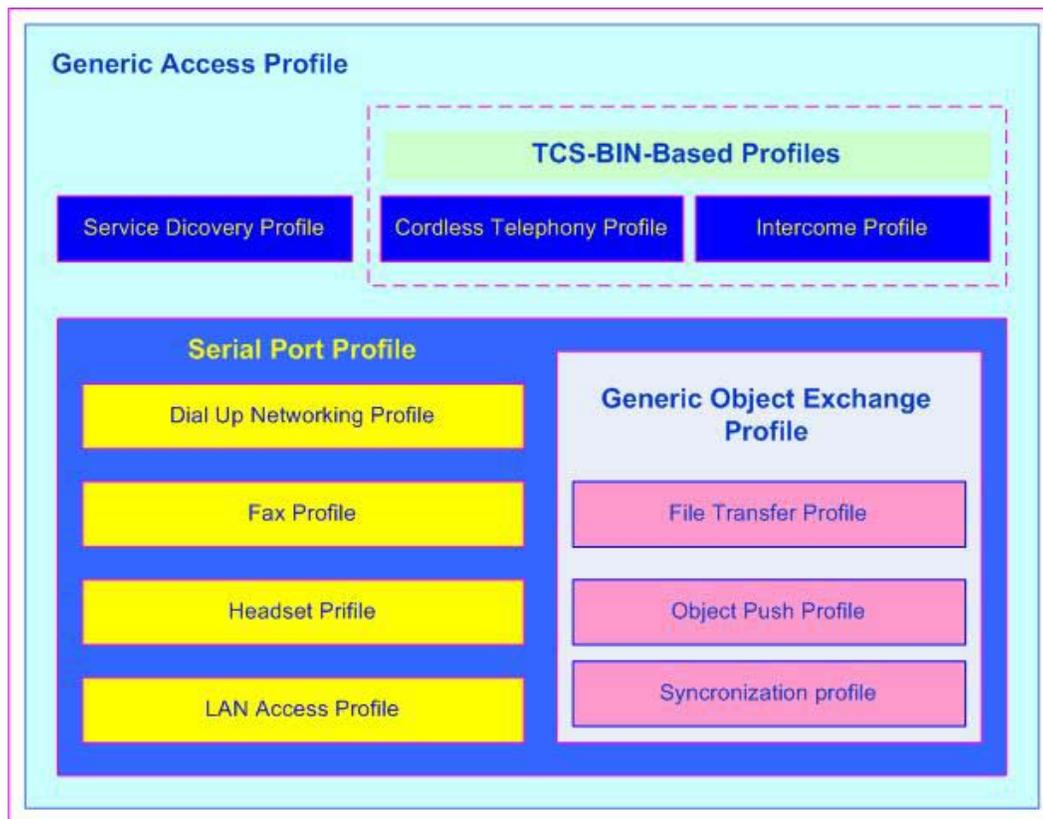
- Pengaturan pola *paging*, pertukaran *master-slave*, informasi *clock*, berbagai pembangunan hubungan lain sebagai bagian dari manajemen kontrol *link* atau *baseband*.

2.10 Pengukuran Bluetooth

Pada dasarnya ada tiga aspek penting didalam melakukan pengukuran *bluetooth* yaitu pengukuran *RF (Radio Frequency)*, *protocol* dan *profile*. Pengukuran *radio* dilakukan untuk menyediakan *compatibility* perangkat *radio* yang digunakan di dalam sistem dan untuk menentukan kualitas sistem. Pengukuran radio dapat menggunakan perangkat alat ukur RF standar seperti *spectrum analyzer*, *transmitter analyzer*, *power meter*, *digital signal generator* dan *bit-error-rate tester (BERT)*. Hasil pengukuran harus sesuai dengan spesifikasi yang telah di ditetapkan diantaranya harus memenuhi parameter-parameter yang tercantum pada Tabel 2.1.

Dari informasi Test & Measurement World, untuk pengukuran protokol, dapat menggunakan *protocol sniffer* yang dapat memonitor dan menampilkan pergerakan data antar perangkat *bluetooth*. Selain itu dapat menggunakan perangkat *Ericsson Bluetooth Development Kit (EBDK)*. *Ericsson* akan segera merelease sebuah versi EBDK yang dikenal sebagai *Blue Unit*.

Pengukuran profile dilakukan untuk meyakinkan *interoperability* antar perangkat dari berbagai macam *vendor*. Struktur *profile bluetooth* sesuai dengan dokumen *Special Interest Group (SIG)* dapat dilihat seperti Gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7 Struktur Profile *Bluetooth*

Contoh aplikasi dari protokol diatas adalah sebagai berikut :

- **LAN access profile** menentukan bagaimana perangkat *bluetooth* mampu mengakses layanan-layanan pada sebuah LAN menggunakan *Point to Point Protocol (PPP)*. Selain itu profile ini menunjukkan bagaimana mekanisme PPP yang sama digunakan untuk membentuk sebuah jaringan yang terdiri dari dua buah perangkat *bluetooth*.
- **Fax profile** menentukan persyaratan-persyaratan perangkat *bluetooth* yang harus dipenuhi untuk dapat mendukung layanan fax. Hal ini memungkinkan sebuah *bluetooth cellular phone (modem)* dapat digunakan oleh sebuah komputer sebagai sebuah *wireless fax modem* untuk mengirim atau menerima sebuah

pesan *fax*. Selain ketiga aspek di atas yaitu radio, protokol, profile maka sebenarnya ada aspek lain yang tidak kalah pentingnya untuk perlu dilakukan pengukuran yaitu pengukuran *Electromagnetic Compatibility (EMC)* dimana dapat mengacu pada standar Eropa yaitu ETS 300 8 26 atau standar Amerika FCC Part 15.

2.11 Fungsi Security

Bluetooth dirancang untuk memiliki fitur-fitur keamanan sehingga dapat digunakan secara aman baik dalam lingkungan bisnis maupun rumah tangga. Fitur-fitur yang disediakan *bluetooth* antara lain sebagai berikut :

- Enkripsi data.
- Autentikasi user
- Fast frekuensi-hopping (1600 hops/sec)
- Output power control

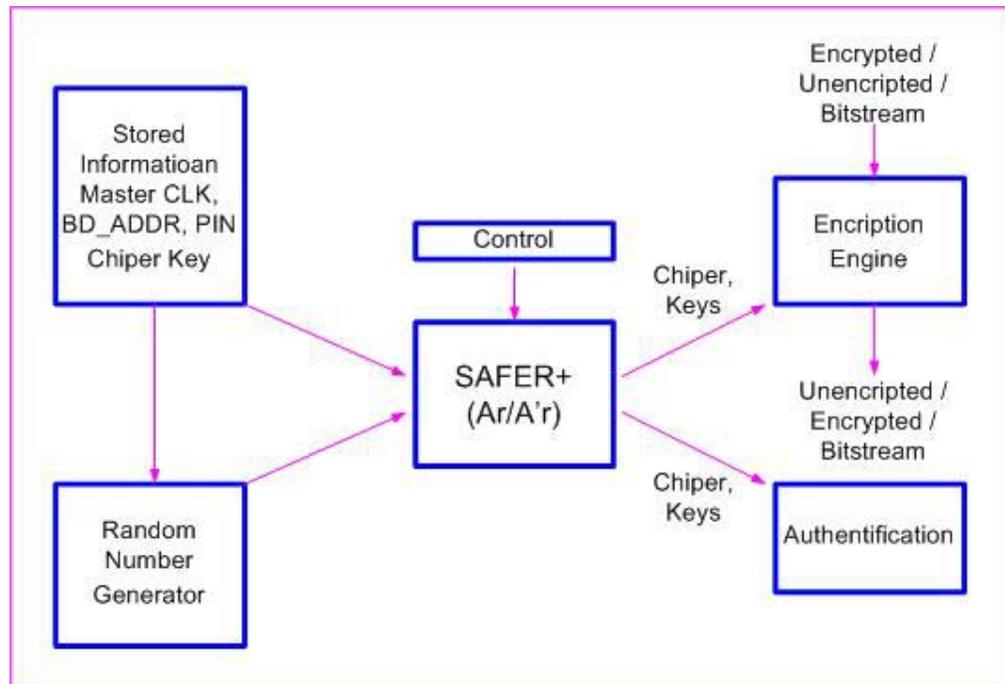
Fitur-fitur tersebut menyediakan fungsi-fungsi keamanan dari tingkat keamanan layer fisik/radio yaitu gangguan dari penyadapan sampai dengan tingkat keamanan layer yang lebih tinggi seperti *password* dan *PIN*.

Dalam sistem komunikasi *bluetooth* setiap orang berpotensi mendengarkan. Oleh karena itu *issue* utama dalam sistem ini adalah menjamin bagaimana informasi itu tidak dapat didengar oleh yang tidak berhak. Untuk keamanan informasi, sistem *bluetooth* mempergunakan keamanan bertingkat, meliputi : *baseband*, *link manager*, *host control interface (HCI)* dan *generic acces profile (GAP)*. Prinsip keamanan dalam *bluetooth* pada dasarnya dilaksanakan dengan dua tahapan. Pertama, **otentikasi** (*authentication*) yaitu metoda yang menyatakan bahwa informasi itu betul-betul asli atau perangkat yang mengakses informasi betul-betul perangkat yang dimaksud. Kedua, **enkripsi** (*encryption*) yaitu suatu proses yang dilakukan untuk

mengamankan sebuah pesan (yang disebut *plaintext*) menjadi pesan yang tersembunyi (disebut *ciphertext*).

Gambar 2.8 memperlihatkan diagram blok struktur fungsional otentikasi dan enkripsi pada sistem bluetooth. Saat inialisasi nomer PIN khusus perangkat dipakai untuk membangkitkan 128 bit kunci mempergunakan BD_ADDR dari *claimant* dan bilangan acak yang dipertukarkan oleh verifier dan *claimant*. Prosedur otentikasi diperlukan untuk memastikan kedua unit menggunakan 128 bit kunci yang sama, dan oleh karena itu nomer PIN yang sama dimasukkan pada kedua perangkat tersebut.

Berdasarkan prosedur di atas selanjutnya algoritma SAFER+ akan membangkitkan beberapa kunci (keys). Kunci-kunci ini akan digunakan oleh LMP dalam proses negoisasi, *encryption engine* dan *authentication*. Diagram blok untuk enkripsi dan otentifikasi ditunjukkan pada Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Diagram Blok Enkripsi Dan Otentikasi

2.12 Bluetooth FHSS vs WLAN DSSS

Sebenarnya mengapa *bluetooth* lebih memilih metode *FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)* dibandingkan dengan *DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)*? Alasan yang membuat mengapa *bluetooth* tidak menggunakan DSSS antara lain sebagai berikut :

- *FHSS* membutuhkan konsumsi daya dan kompleksitas yang lebih rendah dibandingkan *DSSS* hal ini disebabkan karena *DSSS* menggunakan kecepatan *chip (chip rate)* dibandingkan dengan kecepatan simbol (*symbol rate*) yang digunakan oleh *FHSS*, sehingga *cost* yang dibutuhkan untuk menggunakan *DSSS* akan lebih tinggi.
- *FHSS* menggunakan *FSK* dimana ketahanan terhadap gangguan *noise* relatif lebih bagus dibandingkan dengan *DSSS* yang biasanya menggunakan *QPSK* (untuk IEEE 802.11 2 Mbps) atau *CCK* (IEEE 802.11b 11 Mbps).
- Walaupun *FHSS* mempunyai jarak jangkauan dan transfer data yang lebih rendah dibandingkan dengan *DSSS* tetapi untuk layanan dibawah 2 Mbps *FHSS* dapat memberikan solusi *cost-efektif* yang lebih baik.

2.13 Interferensi Bluetooth Dengan Ponsel

Merebaknya pemanfaatan *bluetooth* dan ponsel memiliki efek yang jarang disadari orang, yaitu interferensi. Interferensi akan terjadi apabila ada sinyal dengan frekuensi yang sama dan saling mengganggu. Biasanya terjadi antara perangkat komunikasi misalnya *bluetooth*, ponsel dan perangkat *Wi-Fi* dan bahkan perangkat lain seperti *oven microwave*.

Bluetooth merupakan teknologi yang berkembang sebagai jawaban atas kebutuhan komunikasi antar perlengkapan elektronik agar dapat saling mempertukarkan data

dalam jarak yang terbatas menggunakan gelombang radio dengan frekuensi tertentu. Salah satu implementasi *bluetooth* yang populer adalah pada peralatan ponsel. Apabila kita memperhatikan, baik media transmisi *bluetooth*, ponsel *GSM* maupun *CDMA*, ketiganya sama-sama menggunakan media transmisi gelombang radio yang berdaya rendah yang berpotensi untuk saling mengganggu aktivitas dari masing-masing modul peralatan tersebut. Istilah ini sering disebut dengan interferensi.

Bluetooth adalah teknologi radio jarak pendek yang memberikan kemudahan konektivitas bagi peralatan-peralatan nirkabel. Secara umum, sebuah peralatan *bluetooth* terdiri dari sebuah unit *radio*, sebuah unit *link control* dan sebuah unit *support* yang berfungsi untuk proses manajemen *link*.

2.14 Karakteristik *Tranceiver Bluetooth*

Transceiver bluetooth beroperasi pada frekuensi 2,4 GHZ *ISM (Industrial Scientific Medical)* yang secara tepat sebenarnya berada pada range frekuensi 2.400-2.483 GHZ yang terdiri atas 79 kanal. Kecepatan transfer data maksimum yang dapat dicapai adalah 1 Mbps. *Bluetooth* menggunakan kombinasi teknologi *packet* dan *circuit* untuk proses transmisinya. Masing-masing kanal tersebut dibagi lagi dalam *time slot* yang berselang selama 625 μ s.

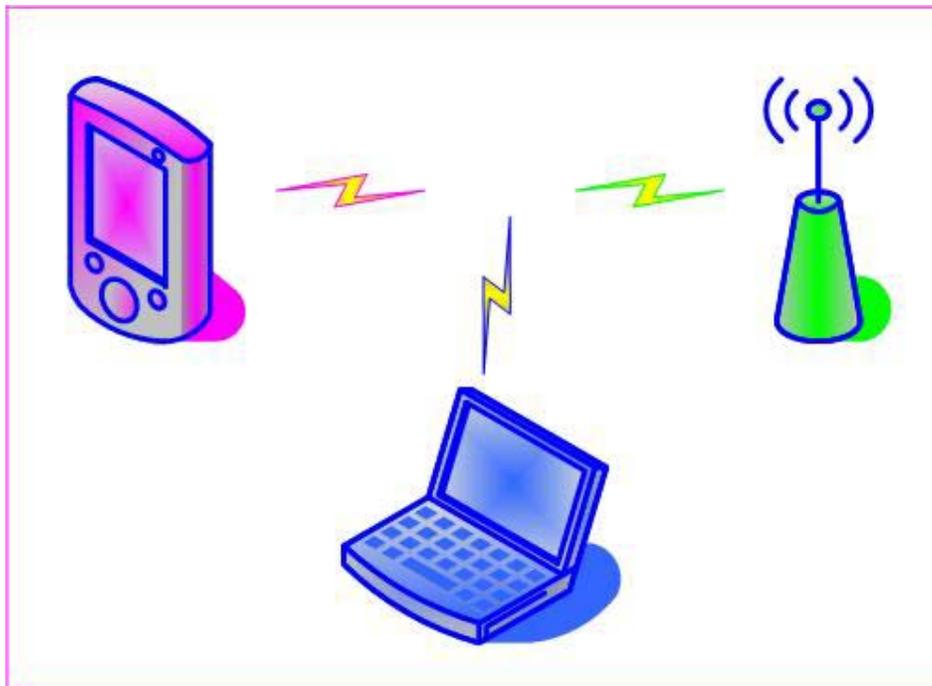
Setelah satu *packet* dikirim lewat sebuah frekuensi, maka kedua peralatan *Bluetooth* yang sedang melakukan komunikasi melakukan *tune* ulang dengan frekuensi yang berbeda. Secara efektif akan melakukan lompatan pada kecepatan 1600 lompatan perdetik melalui beberapa *time slot* yang berbeda. Inilah yang disebut dengan *frequency hopping*.

Jarak jangkauan dari peralatan *bluetooth* sangat bergantung pada kelas daya dari peralatan radio yang digunakan. Untuk peralatan *mobile* umumnya digunakan peralatan radio kelas 2 yang memiliki jangkauan sampai 10 meter. Kelas ini berkaitan

dengan *output power* yang digunakannya. Kelas 1 memiliki output power yang lebih besar. Dalam *transceiver bluetooth* ada tiga kelas pembagian daya yaitu :

- Daya kelas 1 beroperasi antara 100 mW (20dBm) dan 1mW (0dBm) dan didesain untuk peralatan dengan jangkauan yang jauh hingga 100m.
- Daya kelas 2 beroperasi antara 2,5 mW (4dBm) dan 0,25mW (-6dBm) dan didesain untuk peralatan dengan jangkauan yang jauh hingga 10m.
- Daya kelas 3 beroperasi pada 1 mW (0dBm) dan didesain untuk peralatan dengan jangkauan pendek atau sekitar 1m.

Dari ketiga kelas di atas, yang sekarang ini dikembangkan adalah daya kelas 2 dengan jangkauan sekitar 10 m. Untuk mencegah bentrokan dengan berbagai daya dari peralatan yang berbeda, maka memungkinkan untuk menaikkan atau meningkatkan daya dari peralatan melalui *link manager protokol (LMP)*.

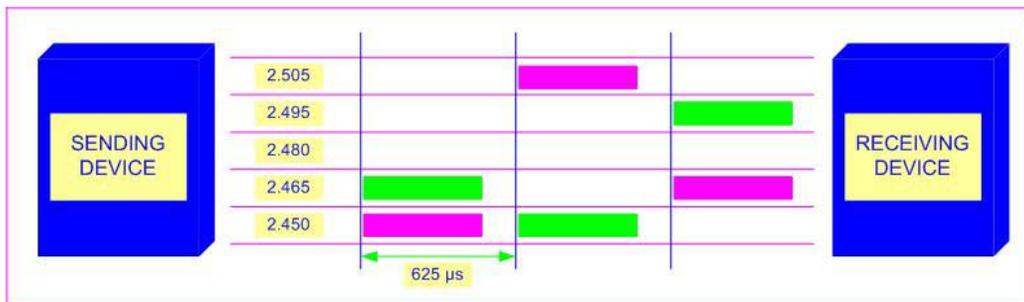


Gambar 2.9 Interferensi Yang Terjadi Pada *Bluetooth*

Interferensi akan terjadi karena adanya tabrakan antara paket dari peralatan *bluetooth* yang digunakan dengan peralatan lain yang bekerja pada frekuensi yang berdekatan atau bahkan sama, sehingga saling *overlap* dalam domain waktu dan frekuensi. *Frequency hopping* juga mendukung munculnya interferensi ini, untuk itu beberapa peralatan *bluetooth* dilengkapi dengan sebuah teknologi akses yang disebut *frequency hop spread spectrum (FHSS)*.

2.15 Transmitter Seluler vs Receiver Bluetooth

Persoalan terbesar dari interferensi antara kedua modul peralatan ini adalah terhalangnya sinyal *radio bluetooth* ketika beroperasi oleh sinyal yang diterima oleh ponsel. Kuatnya sinyal yang dipancarkan oleh *transmitter* atau pemancar sistem seluler mampu menghalangi tingkat penerimaan *receiver bluetooth* selama proses transmisi.



Gambar 2.10 Spektrum Frekuensi *Hopping*

Persoalan ini sangat berpengaruh baik pada sistem teknologi seluler bertipe *half-duplex*, yaitu sistem komunikasi radio yang hanya bisa menerima atau mengirimkan sinyal secara sendiri-sendiri / bergantian, tidak secara simultan. Hal ini terjadi pada standar GSM yang masih berbasis TDMA, sistem teknologi yang bertipe *full-duplex* yang mampu mengirim dan menerima sinyal secara simultan, seperti pada teknologi

CDMA dan sistem analog radio FM. Interferensi pada sistem ponsel ini disebabkan oleh lebarnya pita gelombang *noise* yang dibangkitkan oleh *transmitter* dari sistem seluler tersebut. Pada dasarnya ponsel akan mengirimkan tidak hanya sinyal data yang diperlukan saja, akan tetapi juga secara tidak sengaja akan mengirimkan tingkat *noise*.

Dengan kondisi lebar pita gelombang *noise* yang cukup lebar ini atau sering disebut *wideband noise*, maka akibatnya akan mengganggu dan bahkan menghalangi pita gelombang yang digunakan oleh modul peralatan *bluetooth*.

Beberapa sistem seluler menggunakan frekuensi yang berdekatan dengan frekuensi *radio bluetooth* yang berada pada frekuensi 2,4 GHz seperti GSM 900MHz, DCS 1800 MHz maupun PCS 1900 MHz. sebuah transmitter GSM misalnya akan menghasilkan daya output sebesar 1-3 Watt, sedangkan *receiver bluetooth* bekerja secara efektif dengan sinyal yang memiliki daya output kurang dari 10 *picowatt* atau setara dengan 1/100 milyar watt.

Dari arsitektur sistem *transmitter* GSM konvensional, *radio frequency (RF) up-converter* dari sistem GSM tersebutlah yang ditengarai sebagai sumber *noise* yang cukup signifikan.

Tabel 2.4 Output Power GSM

SISTEM	GSM 900	PCS 1900	DCS 1800
Rx Freq (MHz)	935 to 960	1930 to 1990	1805 to 1880
Tx Freq (MHz)	890 to 915	1850 to 1910	1710 to 1785
Max Out Power (dBm)	33 (3W)	30 (1W)	30 (1W)

Selain hal diatas juga akan muncul *noise* yang berasal dari *voltage control oscillator* yang sering disebut dengan VCO, yaitu salah satu *oscillator* dalam *amplifier transmitter* yang akan menghasilkan intermodulasi dalam *spectrum output*. *Noise* ini sering disebut sebagai *out-of-band noise*. *Noise* ini dapat dikurangi dengan

menggunakan *band pass filter* pada bagian *transmitter*. Dengan demikian sistem *bluetooth* harus dilengkapi dengan beberapa radio filter khusus yang berfungsi untuk menyaring noise yang dihasilkan sebagai akibat interferensi dengan sinyal *radio GSM* tersebut.

Selain kondisi yang berkaitan dengan pita sinyal tersebut, *European Telecommunication Standards Institute (ETSI)* telah memasyarakatkan agar sebuah sistem memenuhi ketentuan tertentu, yaitu untuk frekuensi dibawah 1 GHz maka *wide-band nois*nya harus kurang dari -36dBm. Sedangkan untuk frekuensi diatas 1 GHz, maka *wide-band nois*nya harus berkisar <-30dBm, dan untuk pita frekuensi 2.4 GHz maka *wide-band nois* yang diperkenankan adalah kurang dari -100dBm.

Untuk meyakinkan bahwa sebuah modul *radio bluetooth* akan beroperasi secara efektif didalam sebuah ponsel, tingkat *noise* dari *transmitter* ponsel harus selalu diukur dan dikendalikan. Untuk itu sebuah *filter* harus dipasang pada bagian output dari *transmitter*nya.

2.16 Transmitter Bluetooth vs Receiver Ponsel

Interferensi yang kedua ini disebabkan oleh munculnya *noise* dari *transmitter bluetooth* yang akan menghalangi sinyal yang diterima oleh *receiver* ponsel. Dari segi kuantitas sinyal, maka tentunya besar sinyal pengganggu ini tidaklah sebesar interferensi sinyal dari *transmitter* modul seluler terhadap aktifitas modul *bluetooth*. Meskipun demikian, *bluetooth* memiliki sebuah arsitektur sistem yang cukup inovatif untuk mengatasi berbagai masalah yang berkenaan dengan sistem radio tersebut.

Idealnya sebuah *transmitter bluetooth* tidak diperkenankan untuk menghasilkan interferensi dengan sinyal radio ponsel selama operasi. Tingkat *noise* dari sebuah *transmitter bluetooth* dalam pita tertentu harus dihitung pada saat maksimum output

power, yaitu 0 dBm. Hal ini dimaksudkan agar *noise* yang dikirim dari *transmitter bluetooth* dalam sebuah ponsel tetap *noise* kanal saja yang diijinkan.

2.17 Interferensi Dengan Teknologi Lain

Selain memiliki potensi interferensi dengan frekuensi sinyal ponsel itu sendiri, penggunaan frekuensi radio dalam modul *bluetooth* juga berimbas pada munculnya interferensi teknologi lain yang memanfaatkan frekuensi *radio*. Potensi interferensi yang cukup besar adalah peralatan *cordless phone*, *oven microwave*, maupun *802.11 wireless LAN*.

Kasus yang banyak terjadi adalah meningkatnya tingkat penggunaan *802.11 wireless LAN* diseluruh dunia dan Indonesia tentunya. Potensi interferensi kedua kedua peralatan tersebut justru paling besar dibandingkan dengan peralatan lain. Alasannya sangat jelas, karena keduanya menggunakan frekuensi kerja 2,4 GHz. Perbedaan mendasar dari kedua teknologi tersebut adalah digunakannya teknik *frequency hopping* pada *bluetooth* menggunakan seluruh pita frekuensi. Teknologi *802.11* menggunakan teknik *direct sequence* dan hanya menggunakan 1/3 pita frekuensi 2.4 GHz.

Sebuah peralatan *802.11* yang dinamakan *client* atau *access point* akan mendengarkan terlebih dahulu dalam saluran media transmisi sebelum mulai mengirimkan data. Jika *client* tersebut tidak mendeteksi adanya energi frekuensi radio diatas *threshold* tertentu, maka akan mengirimkan sinyal (*broadcast*). Dengan kata lain ketika media transmisi dalam keadaan kosong, maka *client* tersebut baru bisa mengirimkan data berupa *frame*. Dengan protokol yang sama, *frame* tersebut dapat diterima oleh *client* yang dituju.

Kondisi buruknya antara *bluetooth* dan *802.11b* adalah saling mengerti protokol yang sama. Akibatnya sistem *radio bluetooth* akan mengganggu dan mulai mengirimkan

data selama *client* 802.11 mulai mengirimkan *frame*. Akibat yang akan terjadi dari proses ini adalah terjadinya tabrakan yang berakibat *client* 802.11 harus mengirim ulang *frame* ketika terminal yang dituju tidak mengirimkan pesan balik bahwa *frame* tersebut telah diterima, sehingga akan terjadi *miscoordination*.

Kondisi ini akan mengurangi performa dari masing-masing peralatan. Kecepatan transfer data dari peralatan 802.11 akan menjadi rendah dan proses pengiriman ulang *frame* akan terus terjadi. Dalam situasi yang lebih baik, barangkali proses pengiriman pesan balik hanya akan tertunda beberapa lama saja. Beberapa cara untuk meminimalisasi interferensi adalah :

- Mengelola penggunaan peralatan dengan frekuensi *radio*. Salah satu cara untuk mengurangi potensi interferensi adalah dengan mengatur jenis-jenis peralatan frekuensi radio dalam fasilitas yang anda miliki. Dalam kondisi terburuk, saudara dapat menempatkan *bluetooth* dalam pilihan terakhir untuk digunakan, atau bahkan tidak menggunakan sama sekali. Jika tidak, maka saudara dapat mengatur penggunaan *bluetooth* untuk aplikasi tertentu.
- Yakinkan apakah cakupan 802.11 cukup kuat. Sinyal 802.11 yang kuat akan menghasilkan cakupan area yang tinggi, sehingga mengurangi efek dengan sinyal *bluetooth*. Jika transmisi 802.11 terlalu lemah, maka kemungkinan masalah dengan sinyal *bluetooth* akan semakin besar.
- Migrasi ke pita frekuensi 5 GHz. Cara terakhir barangkali cukup ekstrim, tetapi mungkin ini cara terbaik bagi peralatan 802.11 agar tidak diganggu oleh peralatan *bluetooth*. Sinyal keluaran yang baru inipun juga lebih besar dari sebelumnya.

Penggunaan frekuensi radio pada *bluetooth* tidak hanya menguntungkan dari sisi jarak jangkauan dan koneksinya saja, tetapi juga menyimpan sebuah potensi interferensi yang tidak kecil bagi peralatan lain yang menggunakan frekuensi radio juga. Setidaknya semakin sesaknya penggunaan pita frekuensi akan membuat para

peneliti semakin berhati-hati dalam hal menciptakan teknologi baru dengan memanfaatkan frekuensi *radio* ini.

2.18 Cara Menggunakan Bluetooth

Di sini kami tidak menjabarkan langkah per langkah cara penggunaan *Bluetooth* pada *PC*, karena begitu banyak *device-device* seperti *headset*, *laptop*, *mobile phone*, *PDA*, *game konsol*, *mobile scanner*, *adapter*, *mouse* dan *keyboard*, *printer*, *digital pen*, dan lain-lain tetap akan selalu terkoneksi ke *PC*. Pada contoh ini akan dijelaskan penggunaan *Bluetooth* dengan *software* dari *Widcomm* yang tidak begitu *user friendly*. Untuk *software* yang lain, kurang lebih biasanya memiliki cara koneksi yang sama.

■ Instalasi

Sebuah perangkat dengan tambahan *bluetooth* (tidak satu paket) biasanya harus dilakukan instalasi untuk *driver* dan *software* kontrolnya atau *utility*. *Operating system* dari *Microsoft* tidak menggunakan teknologi *bluetooth* sebagai standar perangkat yang di-*support*, jadi saudara membutuhkan *driver* dari *manufaktur*.

■ Mencari Sinyal

Setelah melakukan instalasi, saudara akan melihat *icon bluetooth* pada *systray windows*. Jika Anda mengklik *icon* ini, maka akan terbuka *My Bluetooth Places*. Lalu pada *windows Bluetooth Tasks* saudara pilih *View device in Range* dengan mengaktifkan dahulu *device Bluetooth* saudara yang lain. Selanjutnya *PC* akan mencari *device* yang mengaktifkan sinyal *bluetooth* dalam radius daya jangkauannya.

■ Menentukan Service

Dengan mengklik kanan pada *device* yang ditemukan, akan keluar menu *Explorer*, *Open*, *Connect Network Access*, *Connect Generic Serial*, *Discover*

Available Service, Unpair Device, Paste, dan Properties. Pilihlah *Discover Available Service*, maka *eksplorer* akan menampilkan *service* yang dapat diberikan oleh *device* tersebut, beda *device* maka berbeda jenis *service*-nya.

■ Mengoneksikan Device

Untuk mengoneksikan dua *device bluetooth* dengan aman, Anda harus mengaktifkan *Secure Connection* dari *icon tray bluetooth* pada menu *Advanced Configuration, Local Services*, pilih *Properties* pada aplikasi yang akan digunakan. Lalu beri tanda centang (√) pada *box Secure Connection*. Begitu juga pada *Client Application*. Selanjutnya saat terkoneksi, Anda akan diminta memasukkan 4 PIN yang merupakan *password*.

■ Penggunaan Service

Saudara dapat mengklik kanan pada *icon tray Bluetooth*, lalu pilih *quick connect* dan kini ada 9 *service standar* yang dapat anda gunakan, antara lain *Bussines Card Exchange, Bluetooth Serial Port, Dial-up Networking, Fax, File Transfer, PIM Synchronization, Network Access, Headset, dan Audio Gateway*. Anda tinggal memilih *service* mana yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan.

Teknologi *bluetooth* akan lebih baik digunakan apabila :

- Ingin menambah *device* tanpa perlu manambah kusut kabel yang berseliweran, contohnya printer, keyboard, atau mouse.
- Ingin mengoneksikan secara cepat perangkat mobile Anda, seperti *PDA, notebook, atau handycam*.
- Ingin menggantikan semua *device* yang selama ini menggunakan koneksi infrared yang lambat.
- Membutuhkan sarana transfer data mudah cepat dan tanpa kabel.

BAB III

KESIMPULAN

Dari pembahasan tentang teknologi *bluetooth* diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan :

- *Bluetooth* diciptakan bukan hanya untuk menggantikan atau menghilangkan penggunaan kabel didalam melakukan pertukaran informasi, tetapi juga mampu menawarkan fitur yang baik untuk teknologi *mobile wireless* dengan biaya yang relatif rendah, *interoperability* yang menjanjikan, mudah dalam pengoperasian dan mampu untuk meyediakan berbagai macam layanan.
- Algoritma SAFER + merupakan salah satu jenis algoritma yang dapat digunakan untuk sistem keamanan *Bluetooth*.
- *Interferensi* akan terjadi karena adanya tabrakan antara paket dari peralatan *bluetooth* yang digunakan dengan peralatan lain yang bekerja pada frekuensi yang berdekatan atau bahkan sama, sehingga saling *overlap* dalam domain waktu.
- Interferensi *bluetooth* dapat dikurangi dengan cara mengatur jenis-jenis peralatan frekuensi radio dalam fasilitas yang dimiliki serta mengatur penggunaan *bluetooth* untuk aplikasi tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.sysopt.com/articles/bluetooth/index3.html>
- [2] <http://www.sysopt.com/articles/bluetooth/index3.html>
- [3] <http://www.xilinx.com/esp/index.htm>
- [4] <http://ntrg.cs.tcd.ie/undergrad/4ba2.01/group3/terminology.html>
- [5] http://www.mprg.ee.vt.edu/Tech_xfer/ppt/bt_tut.pdf
- [6] http://www.amkor.com/enablingtechnologies/bluetooth/AMKR_bluetooth.pdf
- [7] <http://www.motorola.com/bluetooth>
- [8] <http://www.cetecom.com/bluetooth>
- [9] <http://www.palowireless.com>
- [10] <http://www.infokomputer.com>
- [11] <http://www.kompas.com>
- [12] <http://www.elektroindonesia.com>
- [13] <http://www.pcmedia.com>
- [14] James E. Goldman and Phillip T. Rawles (2001), *Applied Data Communications A Business-Oriented Approach*, USA : Purdue University.
- [15] Majalah Infokomputer, edisi Juni 2004