

Bagaimana Bluetooth Bekerja?

Oleh :

Kasiman Peranginangin
peranginanginkasiman@yahoo.com

*Dipublikasikan dan didedikasikan
untuk perkembangan pendidikan di Indonesia melalui*

MateriKuliah.Com

Lisensi Pemakaian Artikel:

Seluruh artikel di MateriKuliah.Com dapat digunakan, dimodifikasi dan disebarakan secara bebas untuk tujuan bukan komersial (nonprofit), dengan syarat tidak menghapus atau merubah atribut Penulis. Hak Atas Kekayaan Intelektual setiap artikel di MateriKuliah.Com adalah milik Penulis masing-masing, dan mereka bersedia membagikan karya mereka semata-mata untuk perkembangan pendidikan di Indonesia. MateriKuliah.Com sangat berterima kasih untuk setiap artikel yang sudah Penulis kirimkan.

1. Pendahuluan

1.1 Pengantar

Ada beberapa cara berbeda peralatan elektronik berkomunikasi dengan alat elektronik lainnya. Sebagai contoh :

- Sistem komputer desktop mempunyai suatu unit CPU yang dihubungkan dengan mouse, keyboard, printer dan atau alat elektronik lainnya.
- Personal Digital Assistant (PDA) secara normal berhubungan dengan komputer melalui satu kabel dan satu alat penghubung.
- Suatu TV terhubung dengan suatu VCR dan suatu kotak kabel, dengan suatu remote control untuk tiga komponen.
- Suatu telepon cordless berhubungan dengan unit lainnya melalui gelombang radio, dan mungkin mempunyai suatu headset yang terhubung dengan telepon melalui suatu kabel.
- Didalam suatu sistem stereo, suatu CD-Player dan alat audio lain berhubungan dengan penerima, yang berhubungan dengan speaker.



Jabra FreeSpeak BT250 Bluetooth headset

Ketika kita menggunakan komputer, sistem entertainment atau telepon, berbagai potongan dan bagian-bagian dari sistem membentuk suatu komunitas alat elektronik. Alat ini berkomunikasi satu sama lain menggunakan berbagai jenis kawat, kabel, signal radio dan inframerah (infrared), dan bahkan variasi penghubung yang lebih besar, plugs dan protokol.

Cara berhubungan peralatan-peralatan ini menjadi lebih rumit dan kompleks setiap harinya. Kadang-kadang kita merasakan seolah-olah kita memerlukan suatu Ph.D. didalam teknik elektrik hanya untuk menyediakan elektronika tersebut di rumah kita! Didalam artikel ini, kita akan memperhatikan suatu cara yang berbeda untuk membentuk koneksi, yang disebut dengan **Bluetooth**. Bluetooth adalah otomatis dan tanpa kawat, dan mempunyai sejumlah fitur menarik yang dapat menyederhanakan hidup sehari-hari.

1.2 Permasalahan

Ketika dua alat harus berkomunikasi satu sama lain, mereka harus setuju dengan sejumlah poin-poin sebelum percakapan dapat mulai. Poin persetujuan yang pertama adalah fisik : Apakah mereka berbicara melalui kawat, atau melalui beberapa format sinyal tanpa kabel? Jika mereka menggunakan kabel, berapa banyak diperlukan - satu, dua, delapan, 25? Ketika atribut fisik diputuskan, beberapa pertanyaan lainpun muncul :

- Informasi dapat dikirim 1 bit pada waktu yang sama didalam suatu bagan yang disebut dengan komunikasi serial (*serial communication*), atau dalam bentuk sekelompok bit (yang pada umumnya 8 atau 16 satu pada waktu yang sama) di dalam suatu bagan yang disebut dengan komunikasi paralel (*parallel communication*). Suatu komputer desktop menggunakan kedua-duanya yakni komunikasi serial dan komunikasi paralel untuk berkomunikasi dengan alat berbeda seperti : **Modem**, **Mouse** dan **Keyboard** yang cenderung berkomunikasi melalui *hubungan serial*, sementara **printer** berkomunikasi menggunakan *hubungan paralel*.

- Semua bagian dalam suatu diskusi elektronik harus mengetahui apa yang dimaksud dengan bit dan apakah pesan mereka terima sama pesan yang telah dikirim. Dalam banyak kasus, hal ini berarti harus dikembangkan suatu bahasa untuk perintah dan tanggapan yang dikenal sebagai suatu protokol. Beberapa jenis produk mempunyai suatu protokol standard yang digunakan oleh hampir semua perusahaan sedemikian sehingga perintah untuk satu produk akan cenderung mempunyai efek yang sama atas produk yang lain. Modem masuk ke dalam kategori ini. Jenis produk lain masing-masing berbicara dengan bahasa mereka sendiri, yang berarti bahwa perintah yang diharapkan untuk satu produk yang spesifik akan nampak komunikasi tidak sinkron jika diterima oleh yang lain. Printer adalah salah satu contoh, yang memiliki berbagai standard seperti PCL dan PostScript.

Perusahaan yang membuat komputer, sistem entertainment dan alat elektronik lain sudah menyadari bahwa array kabel yang tidak memungkinkan lagi komunikasi terjadi dan connectors yang dilibatkan produk mereka membuatnya sulit bahkan teknisi yang ahli untuk dengan tepat mengatur suatu sistem lengkap harus berusaha keras.

Pengaturan sistem home entertainment dan komputer menjadi sangat sulit ketika orang yang membeli peralatan tersebut harus belajar dan mengingat semua detil untuk menghubungkan semua bagiannya. Dalam rangka membuat elektronika rumah lebih **ramah pakai** (*user friendly*), kita memerlukan suatu cara yang lebih baik untuk semua bagian-bagian elektronik dari kehidupan modern untuk berkomunikasi satu sama lain. Hadirlah teknologi **Bluetooth** mengatasi kerumitan dan kekompleksan komunikasi tersebut.

2. Bluetooth

2.1 Dasar Bluetooth

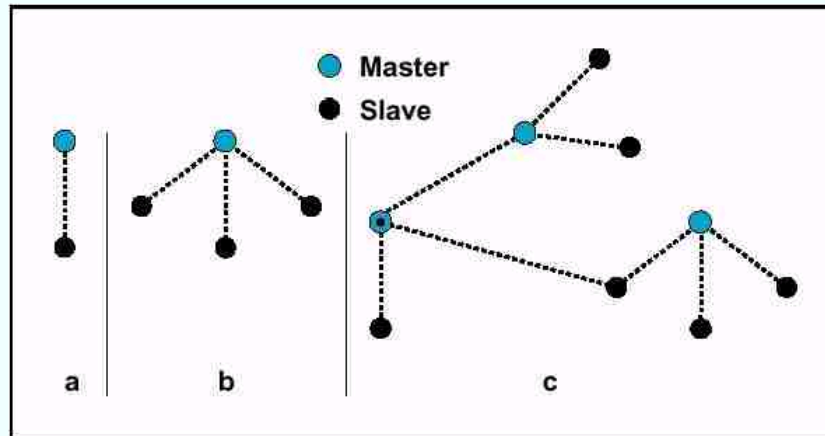
Bluetooth adalah suatu standard yang dikembangkan oleh suatu kelompok pabrik elektronika yang mengijinkan peralatan elektronik macam apapun -- dari komputer dan telepon selular hingga keyboard dan headphone -- untuk membuat koneksi sendiri, tanpa kawat, kabel atau perangkat langsung dari pemakai.



Bluetooth wireless PC card

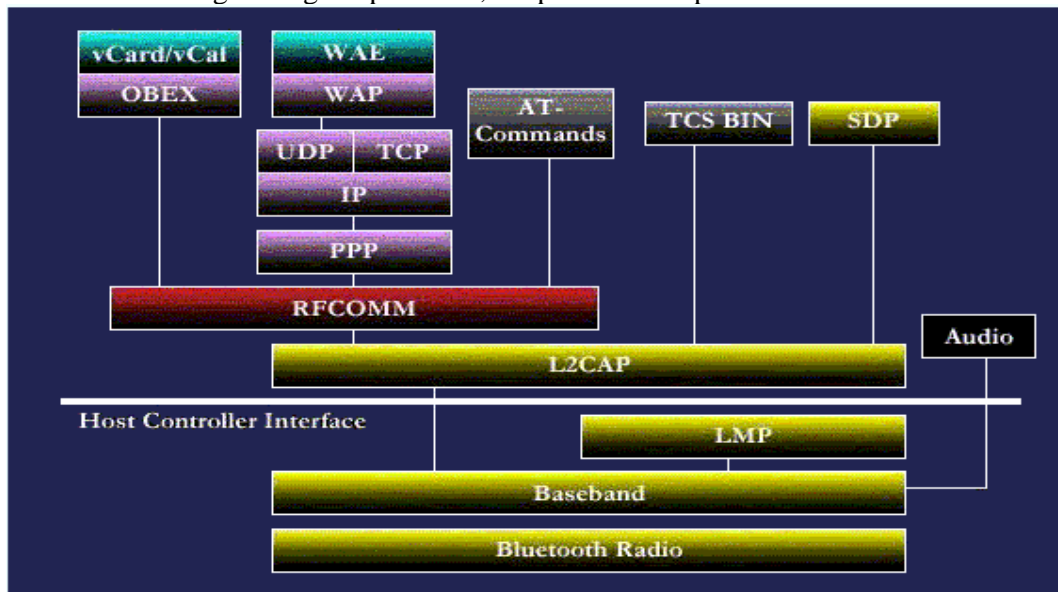
Bluetooth dimaksudkan untuk menjadi standard yang bekerja pada dua tingkatan:

- Adanya persetujuan pada Physical level -- Bluetooth adalah suatu standard frekwensi radio.
- Persetujuan Physical level menjadi dasar persetujuan tingkat berikutnya, dimana produk-produk yang telah memiliki kesepakatan ketika bit dikirim, berapa banyak akan dikirim pada satu waktu dan berapa bagian dalam satu komunikasi dapat dipastikan bahwa pesan telah diterima yang sama dengan pesan seperti yang dikirim.



Arsitektur Bluetooth

Perusahaan yang tergabung dengan Bluetooth **Special Interest Group**, dan ada lebih 1000 dari perusahaan, menginginkan komunikasi radio Bluetooth menggantikan kawat untuk menghubungkan peralatan, telepon dan komputer.



Bluetooth Protocol Stack

- Lapisan Radio : menetapkan rincian interface :
 - Menggunakan berkas frekwensi **ISM (Industrial, Scientific, and Medical)** pada sekitar 2.45GHz
 - Spektrum dengan frekwensi meloncat

- loncatan frekwensi ditetapkan pada $2402+k$ MHz, dimana $k=0,1,...,78$
 - tingkat loncatan adalah 1600 loncatan per detik (meloncat slot 625 microseconds)
 - urutan FH ditentukan oleh master dan suatu fungsi tentang BA-nya
 - Komunikasi radio menggunakan TDD (Time Division Duplex)
 - Teknik akses medium adalah TDMA
- Baseband : penetapan koneksi yang terkait di dalam satu piconet, pengalamatan, format paket, pemilihan waktu dan power control.
 - **Link manager protocol (LMP)** : LMP bertanggung jawab untuk susunan link dan manajemen link. Meliputi aspek keamanan (Enkripsi dan Autentikasi).
 - **Logical link control and adaptation protocol (L2CAP)**: menyesuaikan lapisan protokol di atasnya terhadap lapisan baseband. Menyediakan kedua-duanya, tanpa koneksi dan layanan berorientasi koneksi.
 - **Service discovery protocol (SDP)**: memilih satu alat untuk informasi alat, layanan dan karakteristik layanan.
 - **HCI** : mengijinkan implementasi fungsi Bluetooth lebih rendah pada alat Bluetooth dan fungsi protokol yang lebih tinggi pada suatu host.
 - **RFCOMM** : suatu protokol pengangkutan yang reliable, yang menyediakan emulasi port serial RS232 melalui protokol L2CAP.
 - **TCS BIN** (telephony control specification): bit berorientasi protokol yang menggambarkan pemberian sinyal kendali panggilan untuk membangun komunikasi suara dan data antar BD.
 - **OBEX** : protokol pertukaran obyek. Memiliki kemampuan yang serupa dengan HTTP. OBEX menyediakan suatu model untuk mewakili object dan operasi. Contoh format ditransfer adalah **vCard** dan **vCalendar**.

2.2 Koneksi Wireless Lain

Ada sepasang jalan untuk berhubungan menggunakan kawat. Satu untuk membawa informasi antar komponen melalui berkas cahaya dalam spektrum inframerah. Inframerah mengacu pada gelombang cahaya dari suatu frekwensi lebih rendah dibanding yang dapat diterima mata manusia dan mengenalnya. Inframerah digunakan kebanyakan pada sistem remote control televisi, dan dengan suatu standard yang disebut dengan **IrDA (Infrared Data Association)** yang digunakan untuk menghubungkan berapa komputer dengan alat-alat lainnya. Karena kebanyakan komputer ini dan kegunaan entertainment, inframerah digunakan dalam mode digital – sinyal digetarkan **on** dan **off** dengan cepat untuk mengirimkan data dari satu titik ke titik lainnya.

Komunikasi Inframerah secara nyata dapat dipercaya dan biaya lebih murah untuk membangunnya ke dalam suatu alat, tetapi ada sepasang kelemahan. **Pertama**, inframerah satu teknologi "*line of sight*". Sebagai contoh, remote control harus menunjuk pada televisi atau DVD - player untuk membuatnya membuat suatu kejadian. Kelemahan yang **kedua** adalah bahwa inframerah hampir selalu teknologi "satu ke satu". Kita dapat mengirimkan data antara komputer desktop dan komputer laptop, tetapi bukan komputer laptop dan PDA pada waktu yang sama.

Dua kualitas inframerah ini benar-benar menguntungkan dalam beberapa hal. Sebab pentransmisi inframerah dan penerima harus sebaris satu sama lain, gangguan antara

alat tidak umum. Sifat One-To-One komunikasi inframerah adalah bermanfaat untuk meyakinkan kita bahwa pesan hanya terkirim pada penerima yang diharapkan, walaupun di suatu ruang penuh dengan penerima inframerah.

Alternatif yang kedua terhadap kawat, sinkronisasi kabel, adalah sedikit lebih menyusahkan dibanding inframerah. Jika kita mempunyai satu Palm Pilot, satu alat Windows CE atau satu PC Saku, kita memahami tentang sinkronisasi data. Didalam sinkronisasi, kita menghubungkan PDA tersebut ke komputer (biasanya dengan satu kabel), tekan suatu tombol dan yakinkan bahwa data pada PDA dan data pada komputer sesuai. Hal ini adalah suatu teknik yang membuat PDA tersebut adalah suatu alat berharga untuk banyak orang, tetapi sinkronisasi PDA dengan komputer dan yakin mempunyai kabel yang benar atau mengharapakan untuk menghubungkan keduanya bisa merupakan suatu hal yang bertentangan.

2.3 Solusi Bluetooth

Bluetooth dimaksudkan untuk mengatasi permasalahan yang muncul oleh inframerah dan kabel dalam sistem sinkronisasi. Penjual perangkat keras, yang meliputi **Siemens, Intel, Toshiba, Motorola** dan **Ericsson**, sudah mengembangkan suatu spesifikasi untuk suatu modul radio yang sangat kecil untuk dibangun ke dalam komputer, telepon dan peralatan entertainment. Dari segi pandangan pemakai, ada tiga hal fitur penting Bluetooth :

- Wireless. Ketika melakukan perjalanan, tidak perlu cemas membawa suatu tas kantor penuh dengan kabel untuk menyertakan semua dari komponen yang diperlukan, dan kantor dapat didesain tanpa ragu akan kemana saja semua kawat akan diletakkan.
- Biaya murah.
- Tidak terpikirkan sebelumnya. Bluetooth tidak memerlukan kita untuk melakukan apapun yang khusus untuk membuatnya bekerja. Peralatan menemukan satu sama lain dan mulai membunyikan suatu percakapan tanpa masukan pemakai sama sekali.



Bluetooth-enabled Palm Pilot PDA

2.4 Frekwensi Bluetooth

Bluetooth berkomunikasi pada frekwensi 2.45 gigahertz, yang telah diset oleh persetujuan internasional untuk penggunaan alat industri, medis dan ilmiah (ISM / Industrial Scientific and Medical).

Sejumlah alat yang telah dapat kita gunakan didapat keuntungan dari berkas frekwensi radio yang sama ini. Monitor Bayi, pembuka Pintu Garasi (Garage-Door) dan generasi yang paling baru dari telepon cordless, semua menggunakan frekwensi berkas ISM. Yakin bahwa Bluetooth dan alat lain tidak bertentangan dengan satu sama lain telah menjadi suatu bagian yang rumit bagian dari proses disain.

2.5 Mengapa Disebut Bluetooth?

Harald Bluetooth adalah raja Denmark pada akhir tahun 900-an. Ia mengatur untuk mempersatukan Denmark dan bagian dari Orang Norwegia ke dalam satu kerajaan tunggal kemudian memperkenalkan Kristen ke dalam Denmark. Ia meninggalkan suatu monumen besar, Jelling rune stone, untuk mengenang orang tuanya. Ia telah dibunuh pada tahun 986 dalam suatu pertempuran dengan putranya, **Svend Forkbeard**. Memilih nama ini untuk standard yang menandai seberapa penting perusahaan dari daerah Baltic (Negara-Negara yang mencakup Denmark, Sweden, Norwegia dan Negara Finlandia) adalah industri komunikasi, sekalipun hanya sedikit tentang cara teknologi bekerja.

2.6 Menghindarkan Interference: Low Power

Salah satu cara peralatan Bluetooth menghindari inferensi dengan sistem lainnya adalah dengan mengirimkan sinyal yang sangat lemah berkisar **1 milliwatt**. Dengan perbandingan, kekuatan telepon selular dapat memancarkan suatu sinyal **3 watt**.

Keterbatasan kekuatan cakupan suatu Bluetooth berkisar **10 meter**, menghilangkan kesempatan interference antara sistem komputer dan televisi atau telepon jinjing. Sama dengan kekuatan rendah, dinding rumah tidak akan memberhentikan suatu sinyal Bluetooth, membuat standard baku untuk mengendalikan beberapa alat di dalam ruang yang berbeda.



Bluetooth-enabled cell phone

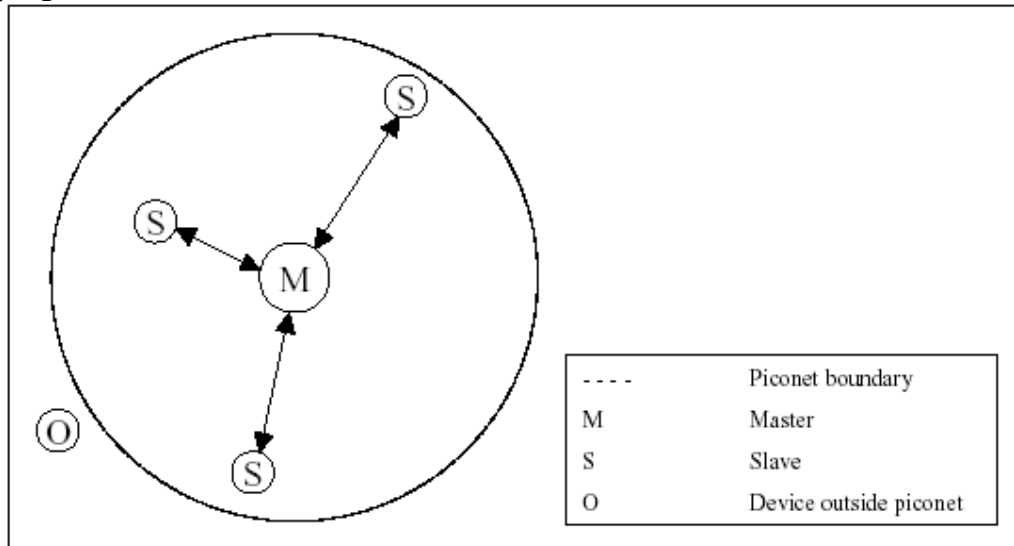
Dengan banyaknya alat Bluetooth yang berbeda didalam suatu ruangan, kita mungkin berpikir alat-alat tersebut telah terjadi interference satu dengan lain, tetapi tidak demikian yang terjadi. Bagian berikut, akan diuraikan mengapa?.

2.7 Menghindarkan Interference : Hopping

Halnya berbeda dengan beberapa alat lain yang aktif pada frekwensi yang sama pada waktu yang sama, sebab Bluetooth menggunakan suatu teknik memanggil spread-spectrum frekwensi yang meloncat. Didalam teknik ini, suatu alat akan menggunakan 79 individu, secara acak frekwensi dipilih didalam suatu cakupan yang ditunjuk, mengubah dari satu ke frekwensi lain secara reguler. Didalam kasus Bluetooth, pemancar mengubah frekwensi sebanyak 1,600 kali setiap detik, artinya bahwa lebih banyak alat dapat membuat penggunaan yang penuh suatu batasan irisan spektrum radio. Sejak tiap-tiap pemancar Bluetooth menggunakan spread-spectrum memancarkan secara otomatis, berbeda halnya dengan dua pemancar pada frekwensi yang sama pada waktu yang sama. Teknik yang sama ini **memperkecil resiko** bahwa telepon jinjing atau alat monitor bayi akan mengganggu alat Bluetooth, karena banyak gangguan pada frekwensi tertentu akan hilang hanya dalam waktu yang singkat (second).

Ketika alat Bluetooth mampu hadir dalam jangkauan satu sama lain, suatu percakapan elektronik berlangsung untuk menentukan apakah mereka mempunyai data untuk berbagi atau apakah alat yang satu harus mengendalikan alat lain. Pemakai tidak menekan suatu tombol atau memberi suatu perintah-- percakapan elektronik terjadi secara otomatis. Sekali waktu percakapan telah terjadi, alat-- apakah alat-alat tersebut merupakan bagian dari suatu sistem komputer atau suatu stereo-- membentuk suatu jaringan. Sistem Bluetooth menciptakan suatu **personal-area network (PAN)**, atau **piconet (koneksi antar alat secara serempak hingga 7 koneksi, namun hanya 1 yang merupakan koneksi aktif pada satu waktu)**, yang dapat mengisi suatu ruang

atau tidak meliputi jarak yang lebih dibanding antara telepon selular pada suatu belt-clip dan headset di atas kepala kita. Sekali satu piconet dibentuk, anggota secara acak meloncat frekwensi didalam persesuaian sehingga mereka tinggal dalam sentuhan satu sama lain dan menghindari piconet yang lain yang mungkin beroperasi dalam ruang yang sama.



Satu Piconet Bluetooth dengan 4 alat.

2.8 Contoh : Networks

Perhatikan bagaimana frekwensi Bluetooth meloncat dan personal-area network menjaga sistem dari kekacauan. Katakanlah kita memiliki suatu kamar tamu modern yang khas dengan bahan modern didalamnya. Ada suatu sistem entertainment dengan suatu stereo, suatu DVD palyer, suatu penerima TV satelit dan suatu televisi; ada suatu telepon tanpa kabel dan suatu komputer pribadi. Masing-masing sistem ini menggunakan Bluetooth, dan masing-masing format piconetnya sendiri untuk berbicara antara unit utama dan sekeliling.

Telepon yang tanpa colokan mempunyai satu pemancar Bluetooth didalamnya dan alat lain dalam handset. Pabrikan telah memprogramkan masing-masing unit dengan suatu alamat yang masuk ke bidang alamat yang telah dibangkitkan untuk suatu alat berjenis tertentu. Ketika dasar yang pertama dipasang, alat tersebut akan mengirimkan sinyal radio yang meminta suatu tanggapan dari manapun unit lain dengan alamat didalam jangkauan tertentu. Ketika handset mempunyai suatu alamat di dalam jangkauan tersebut, hand set akan menjawab, dan suatu jaringan kecil terbentuk. Sekarang, sekalipun salah satu dari alat ini perlu menerima suatu sinyal dari sistem lain, sinyal tersebut akan mengabaikannya karena sinyal tersebut tidak dari jaringan. Komputer dan sistem entertainment melalui rutin yang serupa, membangun jaringan antar alamat di dalam jangkauan dibentuk oleh pabrik. Sekali waktu jaringan dibentuk, sistem mulai bicara antar diri mereka. Masing-masing piconet meloncat secara acak sampai frekwensi tersedia, maka semua piconets dengan sepenuhnya terpisah dari satu sama lain.

Sekarang ruang tamu mempunyai tiga jaringan terpisah yang dibentuk, masing-masing tersusun dari alat yang mengetahui alamat pemancar harus mendengarkan dan alamat penerima harus bertemu. Sejak masing-masing jaringan sedang mengubah

frekwensi dalam operasinya beribu kali dalam satu detik, hal ini mau tidak mau bahwa ada dua jaringan akan aktif pada frekwensi yang sama pada waktu yang sama. Jika tidak terjadi komunikasi, kemudian menghasilkan kebingungan akan hanya membutuhkan waktu yang singkat, dan perangkat lunak dirancang untuk mengoreksi kesalahan seperti itu untuk menghilangkan kekacauan informasinya dan cocok untuk jaringan bisnis.

2.9 Contoh : Half/Full Duplex

Banyak waktu, suatu jaringan atau metoda komunikasi yang lain bekerja dalam satu arah pada waktu yang sama, disebut komunikasi **half-duplex**, atau dalam arah kedua-duanya secara **serempak / simultan**, disebut komunikasi **full-duplex**. Suatu speakerphone yang mengizinkan kita mendengarkan atau berbicara, tetapi bukan kedua-duanya, adalah **suatu contoh** komunikasi half-duplex, sedang satu handset telepon reguler adalah suatu alat full-duplex. Sebab Bluetooth dirancang untuk bekerja dalam sejumlah keadaan berbeda, Bluetooth dapat bersifat **half-duplex** maupun **full-duplex**.

Telepon yang tanpa colokan adalah suatu contoh suatu penggunaan yang akan disebut suatu link full-duplex (dua arah), dan Bluetooth dapat mengirimkan data lebih dari 64,000 bit per second dalam suatu link full-duplex -- suatu tingkat kecepatan yang cukup tinggi untuk mendukung percakapan suara manusia. Jika penggunaan tertentu disebut suatu link half-duplex -- hubungan terhadap suatu printer komputer, sebagai contoh-- Bluetooth dapat mengangkut sampai dengan 721 kilobits per second (Kbps) didalam satu arah, dengan 57.6 Kbps dari arah lainnya. Jika penggunaan meminta kecepatan yang sama dari arah kedua-duanya, suatu hubungan dengan kapasitas 432.6-Kbps pada setiap arah dapat dibuat.

3. Ringkasan

1. Satu piconet berbagi suatu saluran data komunikasi umum. Saluran mempunyai kapasitas total 1 megabit per second (Mbps). Informasi **Header** dan **handshaking** memakai sekitar 20 persen dari kapasitas ini.
2. Di Amerika Serikat dan Eropa, jangkauan frekwensi adalah 2,400 sampai 2,483.5 MHz, dengan saluran 79 1-MHz frekwensi radio (**RF / Radio Frequency**). Dalam prakteknya, jangkauan adalah 2,402 MHz sampai 2,480 MHz. Di Jepang, jangkauan frekwensi adalah 2,472 sampai 2,497 MHz dengan saluran 23 1-MHz frekwensi radio.
3. Suatu saluran data loncat secara acak 1,600 kali per detik antara 79 saluran (atau 23) frekwensi radio.
4. Masing-masing saluran dibagi menjadi slot waktu selama 625 microseconds.
5. Satu piconet mempunyai **1 master** dan dapat sampai **7 slave**. Master memancarkan pada slot waktu **genap**, slave pada slot waktu **ganjil**.
6. Paket dapat hingga selebar lima slot waktu.
7. Data didalam suatu paket dapat hingga sepanjang 2,745 bit.
8. Sekarang ada dua jenis tranasfer data antara alat : SCO (synchronous connection oriented) and ACL (asynchronous connectionless)..
9. Didalam suatu piconet, dapat terdiri atas tiga link SCO yang masing-masing 64,000 bit per second. Untuk menghindari pemilihan waktu dan permasalahan benturan (collision), link SCO menggunakan pemesanan slot tertentu yang disediakan master.

10. Master dapat mendukung hingga tiga link SCO menghubungkan dengan satu, dua atau tiga slave.
11. Slot yang tidak disediakan untuk link SCO dapat digunakan untuk link ACL.
12. Satu master dan slave dapat mempunyai satu link ACL tunggal.
13. ACL adalah point-to-point yang lain (master to one slave) atau membroadcast ke semua slave.
14. Slave ACL hanya dapat memancarkan ketika diminta oleh master.

BIOGRAFI PENULIS



Kasiman Peranginangin. Lahir di Ujung Deleng Tanah Karo, 17 Juli 1968. Menamatkan SMU di SMU Perguruan Nasional Khalsa, Medan pada tahun 1988. Menyelesaikan program S1 pada jurusan Teknik Informatika di Institut Sains dan Teknologi T.D Pardede, Medan pada tahun 1994. Bekerja sebagai Dosen di AMIK MBP Medan. Saat ini sedang menyelesaikan program S2 pada jurusan Ilmu Komputer di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Kompetensi inti adalah pada bidang Software Engineering, Jaringan Komputer dan Web Engineering

Berpengalaman sebagai engineer dan konsultan dalam bidang yang berhubungan dengan Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, khususnya tentang bahasa pemrograman, sistem operasi, jaringan komputer, administrasi server, aplikasi database, dan pemrograman berbasis web.

Selain tema itu juga memiliki minat dalam tema yang berhubungan dengan leadership, self improvement.

Informasi lebih lanjut tentang penulis ini bisa didapat melalui:

Email : peranginanginkasiman@yahoo.com

YM : kprans

Pustaka.

1. Agrawal, Dharma Prakash., Zeng, Qing-An. 2003. *Introduction to Wireless and Mobile Systems*. Brooks/Cole, Thomson Learning, Inc.
2. Internet : <http://computer.howstuffworks.com/pc.htm>
3. Internet : <http://www.bluetooth.com>