

Bab 4

Media Transmisi

Tujuan dari Bab ini:

- Pembaca memahami deskripsi fisik berbagai macam media transmisi dalam komunikasi data.
- Pembaca dapat menentukan aplikasi dari berbagai macam media transmisi.
- Pembaca memahami sejarah dan nilai strategis penggunaan komunikasi satelit di Indonesia.

Media transmisi adalah jalur fisik yang menghubungkan antara sisi pengirim dan sisi penerima. Secara umum media transmisi dikategorikan ke dalam dua hal yaitu: *Guided Media* dan *Unguided Media*. Media transmisi yang masuk dalam kategori guided media antara lain kabel *twisted-pair*, kabel *koaksial* dan kabel serat optik (*fiber-optic*). Sedangkan media transmisi yang masuk dalam kategori unguided media adalah gelombang radio, gelombang mikro dan infra merah. Dalam bab ini kita akan membahas berbagai jenis media transmisi tersebut di atas.

Terdapat beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan jenis media transmisi dalam komunikasi data, yaitu: *kecepatan pengiriman data*, *bandwidth* dan *jarak transmisi*. Setiap media transmisi memiliki kemampuan yang berbeda untuk membawa data dengan kecepatan tertentu. Atau dengan kata lain, setiap media transmisi memiliki kapasitas kanal yang berbeda-beda. Pada Bab 3 kita tahu bahwa kapasitas kanal dipengaruhi oleh besarnya bandwidth yang dimiliki oleh media transmisi. Jarak transmisi terkait dengan adanya atenuasi

di dalam proses komunikasi data. Semakin tinggi atenuasi maka jarak transmisi akan semakin pendek. Namun secara umum, media transmisi yang termasuk dalam *guided media* memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap gangguan transmisi dibandingkan dengan *unguided media*.

Kriteria untuk menentukan jenis media transmisi dalam komunikasi data, yaitu:
kecepatan pengiriman data, bandwidth dan jarak transmisi.

4.1. Media Kabel *Twisted-Pair*

Kabel *twisted-pair* sesuai dengan namanya terdiri atas dua buah kabel tembaga yang saling dipilin seperti terlihat dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Kabel unshielded twisted-pair (UTP) 1 pasang.

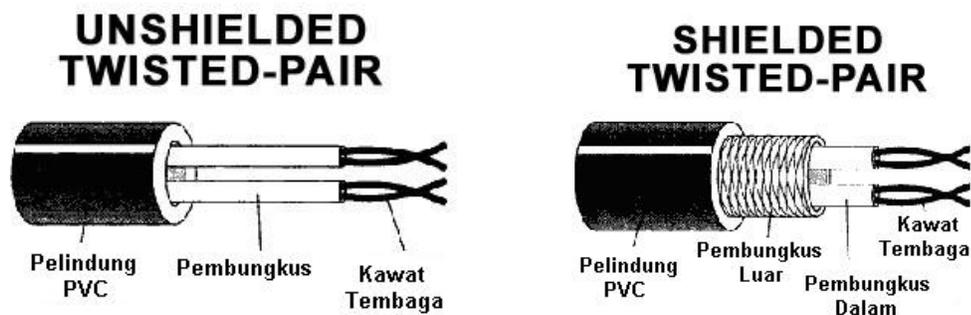
Masing-masing kabel dari pasangan tersebut memiliki fungsi sendiri-sendiri. Kabel pertama digunakan untuk mengirimkan sinyal dari sumber kepada tujuan, sedangkan kabel kedua digunakan sebagai tegangan referensi (*ground*). Namun, dalam aplikasi nyata tidak pernah digunakan hanya satu pasang kabel saja. Misalnya, kabel telepon menggunakan dua pasang *twisted-pair*, satu pasang digunakan untuk mengirim sinyal dan satu pasang lagi digunakan untuk menerima sinyal. Kabel *twisted-pair* untuk komunikasi jaringan *Local Area Network* (LAN) membutuhkan empat pasang kabel *twisted-pair*, satu pasang untuk mengirim sinyal, satu pasang lagi untuk menerima sinyal dan dua pasang sisanya digunakan untuk sinyal kontrol.

Apa fungsi dari pilinan kabel? Pilinan kabel berfungsi untuk mengurangi pengaruh gangguan transmisi yang berupa derau (*noise*) dan *crosstalk*. Jumlah pilinan per panjang

kabel mempunyai pengaruh terhadap kualitas dari sinyal yang dibawa oleh kabel twisted-pair. (Forouzan, 2007)

Pilinan kabel berfungsi untuk mengurangi pengaruh gangguan transmisi yang berupa derau (*noise*) dan *crosstalk*.

Berdasarkan pembungkusnya, kabel twisted-pair terdiri atas dua macam, yaitu: *unshielded twisted-pair* (UTP) dan *shielded twisted-pair* (STP). Perbedaan antara kabel UTP dan STP dapat dilihat dalam ilustrasi Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Ilustrasi kabel UTP dan STP

Kabel STP memiliki tambahan anyaman kawat di luar pembungkus dalam dari kabel dengan tujuan untuk melindungi sinyal informasi dari gangguan noise. Sekalipun kabel jenis STP lebih tahan terhadap gangguan, tetapi kabel STP tidak fleksibel. Karena itu secara umum kabel UTP lebih disukai daripada kabel STP.

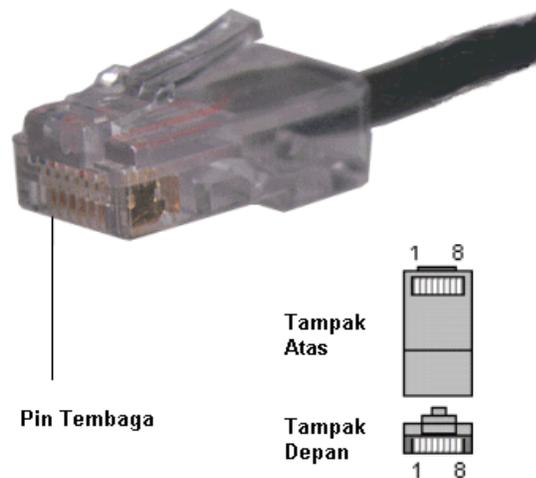
Kabel UTP yang telah distandarkan oleh Electronic Industries Association (EIA) memiliki sebanyak 8 buah kategori seperti terlihat dalam Tabel 4.1.

Kabel UTP dapat terhubung ke terminal atau devais melalui sebuah konektor. Tipe konektor yang digunakan adalah konektor RJ-45 untuk LAN dan konektor RJ-11 untuk perangkat telepon dan modem. Perbedaan dari kedua konektor tersebut adalah dari sisi dimensi (ukuran). RJ-45 dapat menampung sampai 4 pasang kabel twisted pair,

sedangkan RJ-11 hanya dapat menampung 2 pasang kabel twisted pair. Ilustrasi konektor RJ-45 dapat dilihat dalam Gambar 4.3.

Tabel 4.1. Kategori dari Kabel UTP (diadopsi dari Forouzan, 2007)

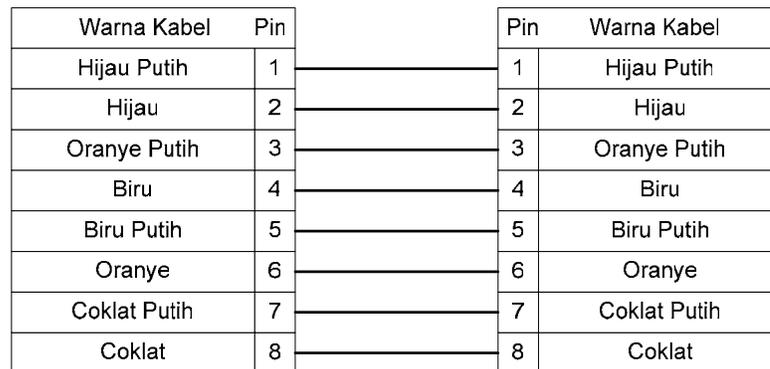
Kategori	Spesifikasi	Data Rate (Mbps)	Aplikasi
1	Digunakan untuk membawa sinyal suara.	<0,1	Telepon
2	Digunakan untuk membawa sinyal T-1. Di Indonesia tidak beredar.	2	T-1
3	Digunakan untuk LAN Ethernet	10	LAN
4	Digunakan untuk LAN Token Ring Tidak beredar di Indonesia.	20	LAN
5	Digunakan untuk LAN Fast-Ethernet	100	LAN
5e	Pengembangan dari category 5 dengan tujuan untuk meminimalkan crosstalk dan interferensi.	125	LAN
6	Digunakan untuk LAN Gigabit-Ethernet	200	LAN
7	Peningkatan dari category 6. Seringkali disebut juga dengan <i>screened shielded twisted pair</i> (SSTP).	600	LAN



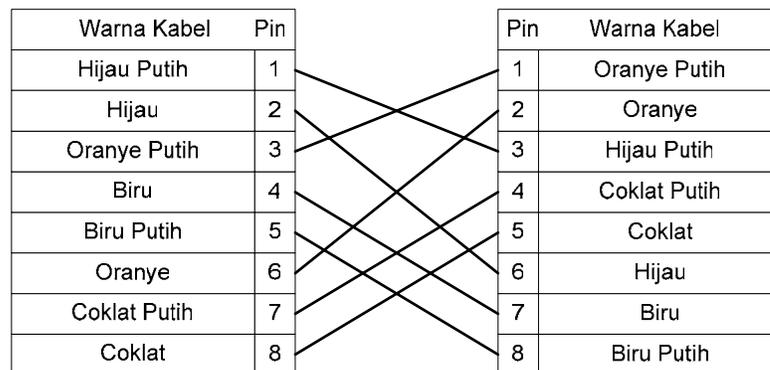
Gambar 4.3. Konektor RJ-45

Selain jenis kabel dan konektor, badan standar EIA juga menentukan standar tentang urutan susunan kabel UTP di dalam konektor. Apabila urutan kabel tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan, maka komunikasi tidak akan mencapai kecepatan pengiriman data maksimal. Susunan kabel UTP distandarkan dengan dalam dua nama, yaitu: EIA/TIA 586A dan EIA/TIA 586B. Susunan kabel UTP sesuai dengan EIA/TIA 586A ditunjukkan dalam Gambar 4.4.

EIA/TIA 568A Straight-Through Cable



EIA/TIA 568A Cross-Over Cable



Gambar 4.4. Susunan warna kabel untuk standar EIA/TIA 586A

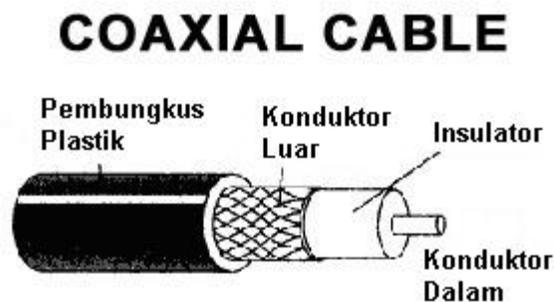
Kabel UTP memiliki 4 pasang kabel twisted-pair. Setiap pasang ditandai dengan warna, misalnya: hijau dan hijau putih adalah satu pasang. Pada standar EIA/TIA 586A terdapat dua macam koneksi, yaitu *straight-through* dan *cross-over*. *Straight-through* digunakan untuk menghubungkan terminal dan devais, misalnya: komputer ke perangkat jaringan. *Cross-over* digunakan untuk menghubungkan terminal ke terminal atau devais ke devais,

misalnya: koneksi komputer ke komputer, koneksi perangkat jaringan ke perangkat jaringan.

Apabila urutan kabel tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan, maka komunikasi tidak akan mencapai kecepatan pengiriman data maksimal.

4.2.Kabel Koaksial

Kabel koaksial sesuai dengan strukturnya di desain untuk mengirimkan sinyal dengan frekuensi tinggi. Bagian terdalam dari kabel koaksial adalah kawat tembaga sebagai penghantar sinyal. Kawat tembaga terbungkus oleh plastik yang berfungsi sebagai insulator. Di bagian luar plastik berupa anyaman kawat tembaga yang berfungsi sebagai konduktor luar. Anyaman kawat tembaga ini juga berfungsi untuk melindungi kabel terhadap gangguan interferensi dari luar. Ilustrasi bentuk fisik kabel koaksial ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Ilustrasi struktur kabel koaksial

Kabel koaksial menggunakan beberapa macam konektor, antara lain: konektor Bayone-Neill-Concelman (BNC), konektor T dan terminator seperti terlihat dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Konektor BNC, konektor T dan terminator

Konektor BNC digunakan sebagai penghubung di ujung kabel menuju ke perangkat, sedangkan konektor T digunakan pada titik percabangan. Terminator digunakan untuk menutup ujung terakhir dari kabel yang tidak terhubung ke perangkat.

Beberapa kategori kabel koaksial yang banyak digunakan saat ini ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Kategori kabel koaksial (diadopsi dari Forouzan, 2007)

<i>Kategori</i>	<i>Impedansi (Ω)</i>	<i>Aplikasi</i>
RG-6/U	75	Televisi kabel, satelit dan kabel modem
RG-8/U	50	Thick Ethernet
RG-58/U	50	Thin Ethernet
RG-62/U	92	ARCNet
RG-174/U	50	Pigtail dari access-point Wifi
RG-213/U	50	Komunikasi radio dan radio amatir

Note: RG singkatan dari Radio Government.

Kabel koaksial memiliki keunggulan dibandingkan dengan *twisted-pair* dalam hal kemampuannya membawa sinyal dengan bandwidth cukup lebar. Misalnya aplikasi dalam telepon analog, kabel koaksial dapat membawa sampai 10.000 sinyal suara. Dalam Tabel 4.2 juga ditunjukkan bahwa kabel koaksial secara umum digunakan untuk Televisi kabel dan jaringan LAN. Untuk jaringan LAN, kabel koaksial digunakan untuk jaringan thick ethernet dan thin ethernet. Kedua macam teknologi komunikasi jaringan ini tidak dijumpai lagi pada saat ini di Indonesia, karena sebagian besar telah menggunakan kabel UTP.

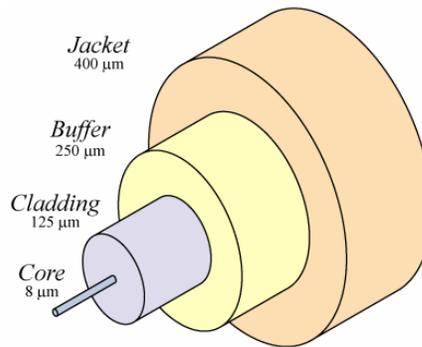
Kabel koaksial memiliki keunggulan dibandingkan dengan *twisted-pair* dalam hal kemampuannya membawa sinyal dengan bandwidth cukup lebar.

4.3.Serat Optik

Kabel serat optik terbuat dari gelas atau plastik yang didesain untuk mengarahkan cahaya yang melewatinya. Pada kabel serat optik data tidak dikonversi menjadi tegangan listrik, melainkan menjadi pulsa-pulsa cahaya. Karena itu sinyal yang melewati kabel serat optik akan lebih tahan terhadap interferensi daripada sinyal yang melewati kabel tembaga. Keuntungan lain menggunakan kabel serat optik kecilnya efek atenuasi sinyal, sehingga jarak jangkauan kabel serat optik lebih jauh dibanding *twisted pair* atau koaksial. Kabel serat optik banyak digunakan untuk menopang tulang punggung (*backbone*) jaringan komunikasi karena kemampuannya untuk membawa sinyal dengan bandwidth besar. Saat ini teknologi serat optik telah mampu mengirimkan data sampai kecepatan 1600 Gbps. Di antara keunggulan-keunggulan menggunakan serat optik tersebut, satu-satunya penghalang implementasi kabel serat optik adalah biaya instalasi dan pemeliharaan yang mahal. Di samping itu, pemasangan kabel serat optik selalu membutuhkan satu pasang kabel, satu untuk pengirim dan satu untuk penerima, karena cahaya memiliki sifat fisik bergerak searah.

Struktur kabel serat optik ditunjukkan dalam Gambar 4.7. Gelas atau plastik sebagai penghantar cahaya berada di bagian tengah dari kabel disebut dengan *core*. *Core* dibungkus dengan *cladding* yang berfungsi untuk mengatur pantulan dari cahaya yang melewati *core*. Di luar *cladding* terdapat satu lapisan lagi yang disebut dengan Kevlar bertujuan untuk menguatkan kabel.

Sinyal yang melewati kabel serat optik akan lebih tahan terhadap interferensi daripada sinyal yang melewati kabel tembaga.



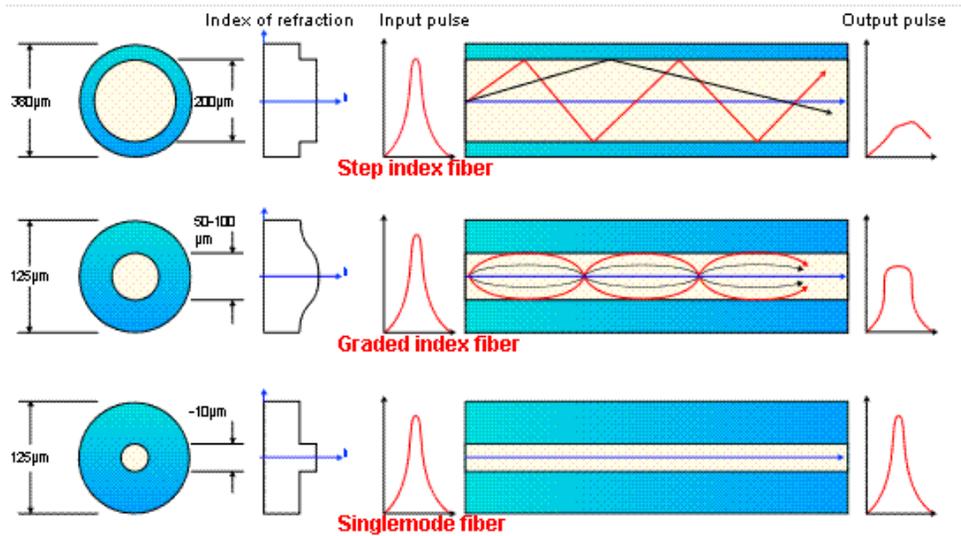
Gambar 4.7. Struktur kabel serat optik (sumber:wikipedia)

Berdasarkan mode propagasi pulsa-pulsa cahaya yang melewati core, serat optik dapat dibedakan ke dalam tiga macam, yaitu: *multimode step-index*, *multimode graded-index* dan *single mode*. Perhatikan Gambar 4.8 untuk memahami perbedaan dari ketiganya.

Mode propagasi *multimode* secara fisik ditandai dengan ukuran core yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran core pada *single mode*. Ukuran core *multimode step-index* adalah 200 μm , sedangkan core dari *multimode graded-index* berukuran antara 50 μm sampai 100 μm . *Single mode* memiliki ukuran core kurang dari 10 μm .

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa pantulan cahaya pada kabel multimode step-index berbelok dengan sangat tajam. Hal ini disebabkan karena densitas core dari tengah sampai tepi sama. Sedangkan serat optik multimode graded-index menggunakan core dengan kepadatan sangat tinggi di tengah-tengah core kemudian berangsur-angsur mengecil pada bagian tepi dari core. Sehingga cahaya yang dipantulkan berbelok dengan sudut yang lebih besar.

**Berdasarkan mode propagasi pulsa-pulsa cahaya yang melewati core,
serat optik dapat dibedakan ke dalam tiga macam, yaitu:
multimode step-index, *multimode graded-index* dan *single mode*.**



Gambar 4.8. Ilustrasi mode propagasi kabel fiber optik (sumber: wikipedia)

Kabel serat optik memiliki tiga macam model konektor, yaitu: konektor *subscriber-channel* (SC), konektor *straight-tip* (ST) dan konektor MT-RJ yang berukuran sama dengan RJ-45. Bentuk masing-masing konektor dapat dilihat dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Berbagai jenis konektor pada serat optik

Beberapa kategori kabel serat optik yang banyak digunakan saat ini adalah seperti terlihat dalam Tabel 4.3.

Kabel serat optik digunakan baik untuk tulang punggung jaringan telekomunikasi maupun jaringan internet. Misalnya, jaringan Palapa Ring yang menghubungkan beberapa titik di seluruh Indonesia sebagian besar dibangun dengan menggunakan kabel serat optik sebagai tulang punggung komunikasi. Palapa Ring merupakan jaringan kabel bawah laut berbentuk cincin terintegrasi yang membentang dari Sumatera Utara hingga Papua bagian

barat. Panjangnya sekitar 25.000 km. Setiap cincin akan meneruskan akses berkemampuan pita lebar (broadband) dari satu titik ke titik lainnya di setiap kabupaten. Akses itu akan mendukung jaringan serat optik pita lebar berkecepatan tinggi dengan kapasitas 300 Gbps hingga 1.000 Gbps di daerah tersebut (detiknas, 2006).

Contoh aplikasi lain dari kabel serat optik adalah Televisi kabel dan jaringan LAN. Untuk jaringan LAN, badan standar internasional IEEE telah membuat standar implementasi kabel serat optik untuk jaringan LAN dengan nama 100Base-FX yang memiliki kecepatan sampai 100Mbps dan 1000Base-FX dengan kecepatan sampai 1Gbps.

Tabel 4.3. Kategori kabel serat optik (Forouzan, 2007)

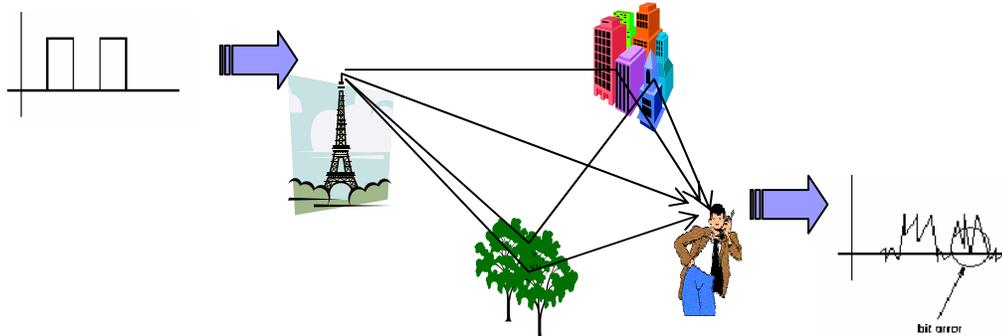
<i>Kategori</i>	<i>Core (μm)</i>	<i>Cladding (μm)</i>	<i>Mode</i>
50/125	50	125	Multimode graded-index
62.5/125	62.5	125	Multimode graded-index
100/125	100	125	Multimode graded-index
7/125	7	125	Single mode

4.4.Nirkabel

Media komunikasi nirkabel dikenal dengan *unguided media* karena sinyal yang berupa gelombang elektromagnetik melintas tanpa menggunakan kabel. Gelombang elektromagnetik tersebut ditransmisikan melintasi udara terbuka dengan menggunakan antenna. Gelombang tersebut dapat membentur dan memantul tanah, gedung, pohon, tiang listrik dan apapun yang berada di antara antenna pengirim dan penerima. Karena itu, gelombang elektromagnetik lebih rentan terhadap gangguan interferensi, atenuasi dan derau dari luar. Setiap benturan dan pantulan memberi pengaruh terhadap pelemahan energi gelombang. Bahkan akibat adanya pantulan, beberapa gelombang dapat datang bersamaan pada sisi penerima, model gelombang ini disebut dengan *multipath propagation* seperti terlihat dalam Gambar 3.10. Karena itu perangkat pada sisi penerima gelombang elektromagnetik membutuhkan kemampuan deteksi lebih kompleks jika

dibandingkan dengan perangkat penerima pada komunikasi dengan media kabel (jusak, 2007).

Gelombang elektromagnetik lebih rentan terhadap gangguan interferensi, atenuasi dan derau dari luar.



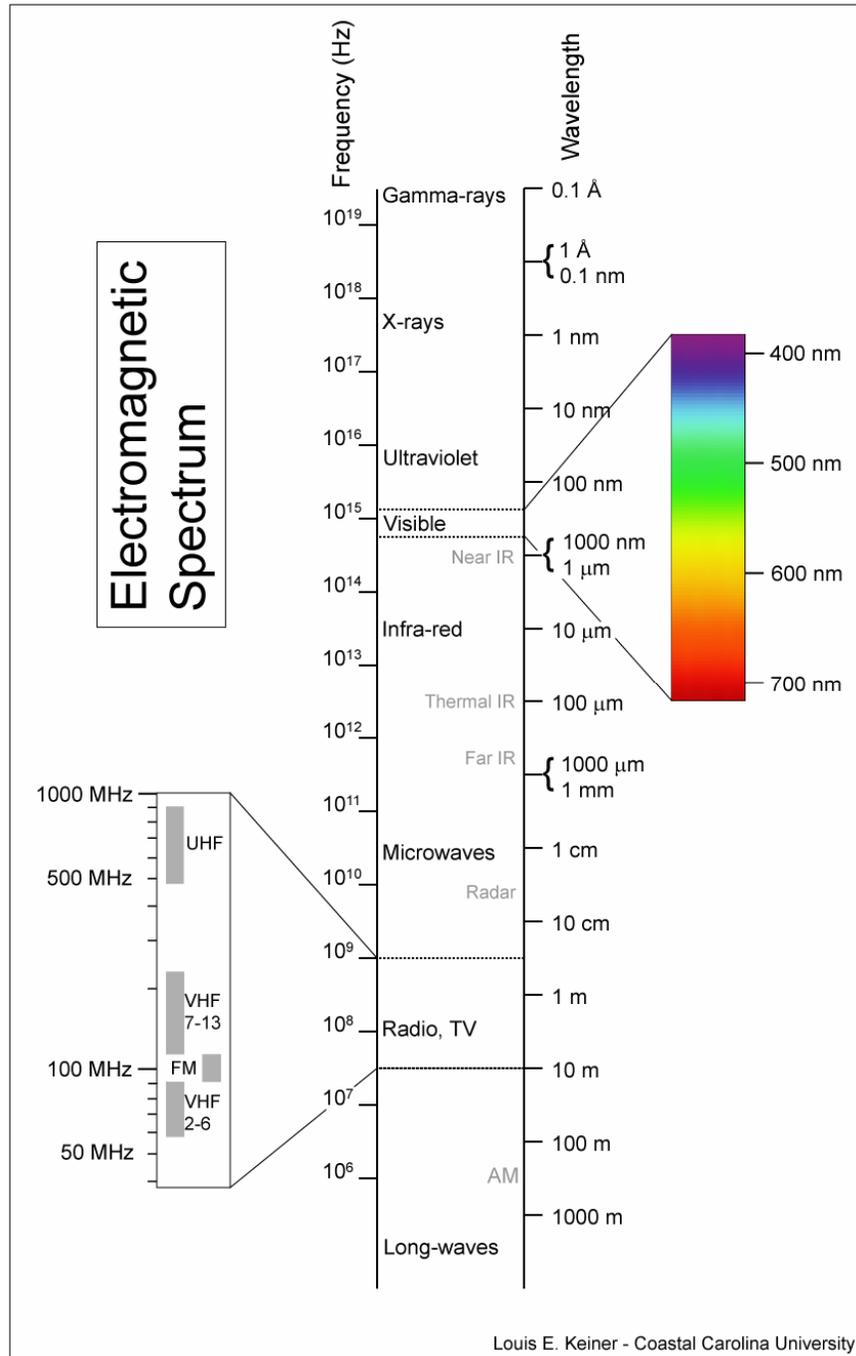
Gambar 4.10. Pengaruh dari *multipath propagation* pada sinyal

Gelombang elektromagnetik memiliki jangkauan frekuensi sangat lebar, mulai dari frekuensi gelombang suara sampai frekuensi gelombang *gamma*. Pembagian tipe gelombang elektromagnetik berdasarkan frekuensi dapat dilihat dalam Gambar 3.10. Namun, dari seluruh spektrum gelombang elektromagnetik yang ada tidak semuanya digunakan untuk komunikasi data. Untuk kebutuhan komunikasi data, gelombang elektromagnetik digolongkan ke dalam tiga jenis, yaitu: *gelombang radio*, *gelombang mikro* dan *infra merah*.

Untuk kebutuhan komunikasi data, gelombang elektromagnetik digolongkan ke dalam tiga jenis, yaitu: *gelombang radio*, *gelombang mikro* dan *infra merah*.

Gelombang radio memiliki jangkauan frekuensi dari 3 kHz sampai 1 GHz. Gelombang radio dengan frekuensi seperti ini memiliki keuntungan tersendiri karena gelombang radio dapat dipantulkan melalui lapisan ionosfer. Sehingga jarak jangkauan antara pengirim dan penerima sangat jauh, bahkan gelombang radio dapat melintas antar pulau. Selain itu, gelombang radio dengan frekuensi rendah memiliki sifat fisik dapat menembus dinding

bangunan. Salah satu contoh aplikasi gelombang radio untuk komunikasi adalah radio komersial, misalnya radio AM atau FM, radio komunikasi *handie-talkie* (HT).



Gambar 4.11. Spektrum gelombang elektromagnetik (Keiner, 2008)

Tabel 4.4. Penetapan pita frekuensi gelombang radio dan gelombang mikro

<i>Pita Frekuensi</i>	<i>Jangkauan</i>	<i>Aplikasi</i>	<i>Keterangan</i>
Very Low Frequency (VLF)	3-30 KHz	Radio navigasi	Propagasi di permukaan tanah.
Low Frequency (LF)	30-300 KHz	Radio navigasi	Propagasi di permukaan tanah.
Middle Frequency (MF)	300 KHz-3 MHz	Radio komersial AM	Propagasi melalui ionosfer
High Frequency (HF)	3-30 MHz	Radio komersial citizen band (CB), komunikasi pesawat udara dan kapal laut.	Propagasi melalui ionosfer
Very High Frequency (VHF)	30-300 MHz	Televisi VHF (misalnya TVRI) dan radio komersial FM.	Propagasi melalui ionosfer dan <i>point-to-point</i> .
Ultra High Frequency (UHF)	300 MHz – 3 GHz	Televisi UHF, komunikasi selular, satelit, WLAN (WiFi).	Propagasi <i>point-to-point</i> .
Super High Frequency (SHF)	3-30 GHz	Komunikasi satelit, WLAN (WiFi)	Propagasi <i>point-to-point</i> .
Extremely High Frequency (EHF)	30-300 GHz	Komunikasi radar dan satelit.	Propagasi <i>point-to-point</i> .

Gelombang mikro memiliki jangkauan frekuensi dari 1GHz sampai 300 GHz. Gelombang mikro tidak dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer sebagaimana halnya pada gelombang radio. Karena itu komunikasi gelombang mikro merupakan komunikasi *point-to-point*, dan tidak boleh terdapat halangan apapun di antara sisi pengirim dan sisi penerima (*line-of-sight*). Gelombang mikro dengan frekuensi tinggi memiliki sifat fisik tidak dapat menembus dinding. Namun gelombang mikro dengan frekuensi rendah (sekitar 1G-2G Hz) masih dapat memantul tanah, gedung, pohon, tiang listrik seperti gelombang mikro

yang umum digunakan pada komunikasi selular. Penetapan nama untuk masing-masing pita frekuensi gelombang radio dan gelombang mikro beserta contoh aplikasinya dapat dilihat dalam Tabel 4.4.

Bentuk terakhir dari gelombang elektromagnetik yang dapat digunakan sebagai media komunikasi adalah gelombang infra merah. Gelombang infra merah beroperasi pada frekuensi 300 GHz sampai 400 THz. Karena beroperasi frekuensi yang cukup tinggi, gelombang infra merah tidak akan dapat menembus dinding. Aplikasi dari gelombang infra merah adalah untuk komunikasi jarak pendek, misalnya komputer dengan printer, mobile phone ke mobile phone, remote control untuk televisi dan tape, dsb. Aplikasi gelombang infra merah semacam ini telah distandarkan oleh badan standar internasional bernama Infrared Data Association (IrDA). Standar terbaru yang telah didefinisikan oleh IrDA adalah komunikasi dengan kecepatan pengiriman data mencapai 4 Mbps.

Beberapa contoh aplikasi komunikasi nirkabel yang telah banyak digunakan secara komersial di Indonesia antara lain, WiFi, Bluetooth, dan RFID. Mari kita lihat sepintas aplikasi komunikasi nirkabel tersebut.

Wireless Fidelity (WiFi) adalah sebuah aplikasi komunikasi nirkabel untuk sebuah *local area network* (LAN). Karena itu WiFi digolongkan sebagai perangkat *Wireless LAN*. Standar WiFi yang dikeluarkan oleh lembaga standar Internasional IEEE memiliki nama standar IEEE 802.11b. Dalam perkembangannya standar IEEE 802.11 memiliki berbagai macam tipe tergantung pada frekuensi dimana perangkat nirkabel beroperasi dan juga tergantung pada kecepatan pengiriman data. Tabel 4.5 menunjukkan berbagai jenis tipe yang mengikuti standar IEEE 802.11 beserta frekuensi operasi dan kecepatan pengiriman data. Untuk Indonesia, sebagian besar standar IEEE 802.11 beroperasi pada frekuensi tidak berlisensi 2,4 GHz. Jarak akses yang dapat dijangkau adalah radius 25-100m saja. Untuk jarak jangkauan yang lebih jauh lagi, tentu saja tidak bisa digunakan WiFi. Untuk jarak jangkauan maksimal 5 Km, digunakan perangkat *Wireless MAN* dengan nama produk *WiMax*, yang distandarkan oleh IEEE dengan nama IEEE 802.16 (Wibisono, 2007).

Tabel 4.5 Berbagai tipe standar IEEE 802.11

<i>Standar</i>	<i>Frekuensi</i>	<i>Data-rate</i>
IEEE 802.11a	5,1 – 5,2 GHz 5,2 – 5,3 GHz 5,7 – 5,8 GHz	54 Mbps
IEEE 802.11b	2,4 – 2,485	11 Mbps
IEEE 802.11g	2,4 – 2,485	36 – 54 Mbps
IEEE 802.11n	???	100 Mbps

Teknologi komunikasi nirkabel yang juga banyak tersedia di pasaran Indonesia adalah *Bluetooth*. Sekalipun *bluetooth* beroperasi pada frekuensi yang sama dengan WiFi, namun keduanya memiliki perbedaan dalam hal implementasi. WiFi diimplementasikan untuk cakupan area yang lebih kecil daripada WiFi, karena itu teknologi *bluetooth* tergolong sebagai *Personal Area Network* (PAN) dengan jarak jangkauan bervariasi. Sebagai contoh, *bluetooth* digunakan untuk komunikasi antar *Personal Digital Assistant* (PDA), *handphone*, *printer*, *notebook*, *digital camera* dsb. Teknologi *bluetooth* terbagi atas 3 macam kelas seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.6:

Tabel 4.6. Berbagai kelas dari *bluetooth*

<i>Kelas</i>	<i>Daya Maksimum</i>	<i>Jarak Jangkauan Maks.</i>
Kelas 1	100 mW	100 m
Kelas 2	2,5 mW	10 m
Kelas 3	1 mW	1 m

Aplikasi komunikasi nirkabel dalam bentuk *Radio Frequency Identification* (RFID) belum banyak dijumpai di Indonesia. RFID adalah sebuah aplikasi gelombang radio untuk tujuan identifikasi. Negara-negara maju menggunakan RFID, antara lain: untuk identifikasi passport, identifikasi alat pembayaran transportasi, identifikasi buku pada perpustakaan, identifikasi kartu akses untuk masuk ke ruangan tertentu. Peralatan RFID memiliki tiga macam tipe, yaitu: pasif, aktif dan semi-pasif. RFID pasif tidak memiliki baterai di dalamnya, karena RFID jenis ini hanya mampu menerima sinyal kemudian memberi

respon secukupnya. RFID pasif memiliki jarak jangkauan sekitar 10cm sampai beberapa meter saja. Berbeda dengan RFID pasif, RFID aktif memiliki baterai di dalamnya sebagai pembangkit daya bagi *microchip* dan juga digunakan untuk mengirimkan sinyal. Jarak jangkauan dari RFID aktif dapat mencapai beberapa ratus meter. Jenis ketiga dari RFID adalah RFID semi-pasif. RFID semi-pasif memiliki baterai di dalamnya tetapi RFID ini hanya digunakan sebagai pembangkit daya bagi *microchip*, tidak untuk mengirimkan sinyal. RFID semi-pasif dapat mencapai jarak jangkauan sampai 100m.

4.5. Komunikasi Satelit di Indonesia

Secara geografis Indonesia adalah negara kepulauan dengan jumlah pulau lebih dari 13.600 pulau. Karena itu media komunikasi yang paling sesuai untuk mempersatukan seluruh daerah yang terpisah-pisah oleh lautan tersebut adalah komunikasi satelit. Telkom sebagai perusahaan telokomunikasi negara saat ini telah meluncurkan lima buah satelit mengitari bumi, yaitu: Palapa A, Palapa B, Palapa C, Telkom-1 dan Telkom-2. Dalam waktu dekat (tahun 2009) akan diluncurkan kembali satelit Telkom-3. Perbandingan karakteristik dari setiap satelit dapat dilihat dalam Tabel 4.7.

Satelit pertama adalah satelit geostationer Palapa A yang diluncurkan pada 17 Agustus 1976 dan dinobatkan sebagai satelit domestik ketiga setelah Amerika Serikat dan Canada. Pada saat itu seluruh daerah ibukota kabupaten di Indonesia telah dapat dijangkau oleh televisi nasional. Satelit Palapa A selanjutnya digantikan oleh Satelit Palapa B dan Palapa C. Dengan semakin banyaknya stasiun bumi dan terminal-terminal kecil yang disebut *Very Small Aperture Terminal (VSAT)*, maka satelit Palapa melayani bukan hanya siaran televisi nasional melainkan juga komunikasi perbankan, komunikasi Sambungan Langsung Jarak Jauh (SLJJ) yang menghubungkan Indonesia dari ujung barat ke timur.

**Satelit pertama adalah satelit geostationer Palapa A yang diluncurkan
pada 17 Agustus 1976 dan dinobatkan sebagai
satelit domestik ketiga setelah Amerika Serikat dan Canada.**

Tabel 4.7. Perkembangan satelit Telkom (Arifin, 1999)

	<i>Palapa A</i>	<i>Palapa B</i>	<i>Palapa C</i>	<i>Telkom-1</i>	<i>Telkom-2</i>
Tipe	HS-333	HS-376	HS-601	LM-A2100	STAR-2
Kapasitas(transponder)	12	24	34	36	28
EIRP	30 dBW	33 dBW	37 dBW	38/41 dBW	42
Waktu hidup	7 tahun	9 tahun	12 tahun	15 tahun	15 tahun
Peluncur	Delta 2914	Space Shuttle	Ariane-4	Ariane-5	Ariane-5

Satelit Telkom-1 (Palapa B2R) diluncurkan pada tahun 1999 dengan kemampuan yang jauh lebih tinggi daripada satelit-satelit pendahulunya. Satelit Telkom-1 memiliki kapasitas 36 transponder yang terdiri atas 24 transponder *standard C-band* dan 12 transponder *extended C-band* dengan lebar pita masing-masing 36 MHz. Standard C-band bekerja pada frekuensi 4 GHz untuk uplink dan 6 GHz untuk downlink. Sedangkan extended C-band bekerja pada frekuensi 3 GHz untuk uplink dan 7 GHz untuk downlink (Teguh, 2003).

Layanan-layanan yang dapat diberikan oleh satelit Telkom-1 antara lain: multimedia dan internet berkecepatan tinggi, televisi broadcast komersial, video conference, komunikasi selular dan juga komunikasi data melalui VSAT.

Satelit Telkom-2 diluncurkan pada tanggal 16 November 2005 oleh roket Ariane 5. Telkom-2 memiliki akan beroperasi selama 15 tahun dengan nilai investasi sekitar 170 juta dolar AS. Sekitar 70 persen kapasitas transponder Telkom-2 akan disewakan kepada pihak luar. Sedangkan sisanya 30 persen kapasitas akan digunakan sendiri oleh Telkom untuk mendukung sistem komunikasi transmisi *backbone* yang meliputi layanan telekomunikasi sambungan langsung jarak jauh (SLJJ), sambungan langsung internasional (SLI), internet, dan jaringan komunikasi untuk kepentingan militer. Satelit ini akan

beredar di orbit 118° BT dengan kapasitas 24 transponder C-band dan berbobot 1.975 kg. Daya jangkauan meliputi seluruh ASEAN, India dan Guam.

Sampai saat ini Indonesia telah memiliki beberapa satelit yang dimiliki perusahaan-perusahaan: PT. Telkom, PT. Indosat, PT. Media Citra Indostar, PT. Pasifik Satelit Nusantara dan LAPAN. Satelit-satelit tersebut terbagi atas beberapa golongan sesuai dengan fungsinya, yaitu *Fixed Satellite Service*: Palapa Telkom-1 (108E), Telkom-2 (118E), Palapa C1 (113E), Palapa Pacific 146E; *Broadcasting Satellite Service*: Cakrawarta-1 (107.7E); *Mobile Satellite Service*: Garuda-1 (123E); dan *Space Exploration Satellite*: LAPAN Tubsat (Satelit Non GSO).

4.6. Soal Pengayaan

1. Jelaskan fungsi utama dari pilinan kabel pada twisted-pair!
2. Mengapa sebagian besar teknologi jaringan komputer pada saat ini lebih memilih menggunakan media kabel UTP daripada menggunakan media kabel koaksial?
3. Apa fungsi konduktor luar yang berupa anyaman kawat tembaga pada kabel koaksial?
4. Mengapa secara umum komunikasi data yang menggunakan media nirkabel memiliki kecepatan pengiriman data lebih kecil daripada komunikasi data dengan media kabel atau serat optik?
5. Sekalipun memiliki bandwidth sangat lebar, implementasi kabel serat optik ternyata memiliki kendala tersendiri. Apa kendala implementasi kabel serat optik?
6. Melalui sumber Internet, carilah contoh perangkat yang telah menggunakan teknologi *bluetooth* di Indonesia!
7. Jelaskan perbedaan antara teknologi *bluetooth* dan WiFi.
8. Melalui sumber Internet, carilah contoh perangkat yang telah menggunakan teknologi RFID di Indonesia!
9. Jelaskan perbedaan karakteristik antara penggunaan media komunikasi gelombang radio dan gelombang mikro!
10. Bagaimana bentuk susunan koneksi kabel UTP apabila menggunakan standar EIA/TIA 568B?

11. Lakukan identifikasi frekuensi operasi dari semua stasiun televisi yang ada di Indonesia, seperti tampak dalam tabel di bawah ini:

<i>Stasiun Televisi</i>	<i>Frekuensi Operasi</i>
TVRI	
TransTV	
MetroTV	
RCTI	
...	

12. Telkom akan meluncurkan satelit Telkom-3. Carilah spesifikasi dan rencana peruntukan satelit tersebut untuk kemajuan dunia komunikasi di Indonesia!