

MEDIA TRANSMISI

Oleh :

Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs

Media Transmisi

- Media transmisi digunakan untuk membawa informasi.

Klasifikasi media transmisi :

- ***Guided media*** memberikan jalur fisik untuk sinyal yang dirambatkan : kabel *twisted pair*, *coaxial cable* dan optical fiber.
- ***Unguided media*** menggunakan sebuah antena untuk mentransmisikan sinyal : wireless.

Media Transmisi

- Kualitas transmisi data ditentukan oleh karakteristik media dan sinyal.
 - Di dalam *unguided media* – faktor penting: **bandwidth yang dihasilkan oleh antena**
 - Di dalam *guided media* – faktor penting: **media transmisi**
- Pertimbangan saat merancang sistem transmisi data: kecepatan data dan jarak tempuh.

Media Transmisi

- Kunci dari sinyal yang ditransmisikan oleh antena adalah arah.
- Sinyal mempunyai arah yang disebut ***omnidirectional*** yaitu sinyal dirambatkan pada semua arah dari antena.
- Dalam pertimbangan perancangan sistem transmisi data, adalah terkait kecepatan data dan jarak tempuh transmisi: semakin bagus kecepatan data maka jarak yang ditempuh dapat semakin jauh.

Faktor Perancangan Sistem Transmisi Data

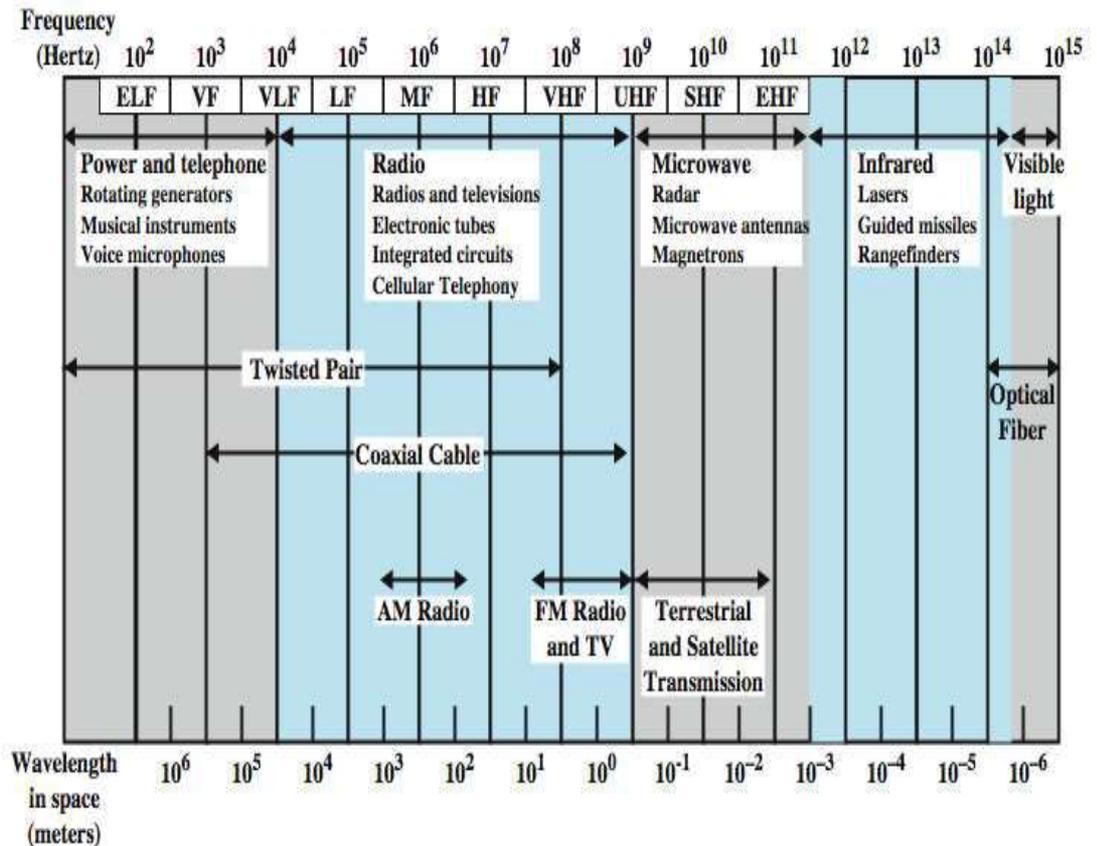


- Bandwidth
 - Bandwidth tinggi memberikan kecepatan data tinggi.
- Pelemahan transmisi
 - Contoh: peredaman, membatasi jarak
 - Untuk *guided media*, *twisted pair* secara umum lebih rentan terhadap pelemahan daripada *coaxial cable*, yang mana lebih rentan jika dibandingkan dengan *optical fiber*.

Faktor Perancangan Sistem Transmisi Data

- Interferensi
 - Interferensi dari sinyal yang berkompetisi yang bertumpang tindih pada *band* frekuensi dapat mendistorsi atau menghilangkan sinyal.
 - Untuk *guided media*, interferensi dapat disebabkan oleh pancaran dari kabel terdekat.
- Jumlah *receiver* dalam *guided media*
 - *Receiver* yang banyak menyebabkan peredaman dari sinyal transmisi.

Electromagnetic Spectrum



ELF = Extremely low frequency

VF = Voice frequency

VLF = Very low frequency

LF = Low frequency

MF = Medium frequency

HF = High frequency

VHF = Very high frequency

UHF = Ultrahigh frequency

SHF = Superhigh frequency

EHF = Extremely high frequency

Karakteristik Transmisi Guided Media

	Frequency Range	Typical Attenuation	Typical Delay	Repeater Spacing
Twisted pair (with loading)	0 to 3.5 kHz	0.2 dB/km @ 1 kHz	50 μ s/km	2 km
Twisted pairs (multi-pair cables)	0 to 1 MHz	0.7 dB/km @ 1 kHz	5 μ s/km	2 km
Coaxial cable	0 to 500 MHz	7 dB/km @ 10 MHz	4 μ s/km	1 to 9 km
Optical fiber	186 to 370 THz	0.2 to 0.5 dB/km	5 μ s/km	40 km

- Untuk media *transmisi guided*, kapasitas transmisi, baik dari segi kecepatan data atau *bandwidth*, sangat bergantung pada jarak dan pada apakah media adalah *point-to-point* atau *multipoint*.
- Tabel diatas menunjukkan ciri khas untuk media *guided* yang umum untuk aplikasi *point-to-point* jarak jauh. Tiga media *guided* yang umum digunakan untuk transmisi data adalah *twisted pair*, kabel koaksial dan serat optik.

Twisted Pair

- Separately insulated
- Twisted together
- Often "bundled" into cables
- Usually installed in building during construction



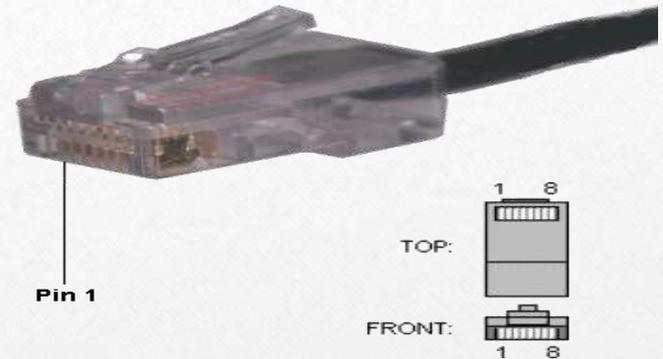
(a) Twisted pair



Pin 1



Twisted Pair



- Media transmisi *guided* yang paling umum digunakan baik untuk sinyal analog dan digital adalah *twisted pair*.
- Merupakan media yang paling umum digunakan dalam jaringan telepon (menghubungkan telepon perumahan untuk pertukaran telepon lokal atau telepon kantor kepada sistem PBX) dan untuk komunikasi dalam bangunan (untuk LAN yang berjalan pada 10-100Mbps).
- *Twisted pair* jauh lebih murah dibandingkan dengan media transmisi *guided* lain yang digunakan (kabel koaksial, serat optik) dan lebih mudah untuk dioperasikan.

Twisted Pair



- Sebuah *twisted pair* terdiri dari dua kabel tembaga terisolasi diatur dalam pola spiral. Sepasang kawat bertindak sebagai penghubung komunikasi tunggal.
- *Twisted* cenderung mengalami interferensi *crosstalk* antara pasangan yang berdekatan dalam kabel.
- Pada link jarak jauh, panjang *twist* biasanya bervariasi dari 5 sampai 15 cm. Kabel di dalam pair memiliki ketebalan 0,4-0,9 mm.

Karakteristik Transmisi dari Twisted Pair

- Analog
 - Memerlukan amplifiers setiap 5 - 6km
- Digital
 - Dapat menggunakan baik sinyal analog atau sinyal digital
 - Memerlukan sebuah repeater setiap 2-3km.
- Terbatas dalam jarak, bandwidth (1MHz) dan data rate (100MHz).

Karakteristik Transmisi dari Twisted Pair

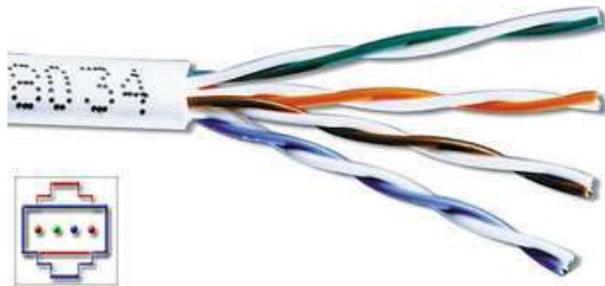
- Kecepatan data hingga 10 Gbps tercapai dalam produk yang tersedia secara komersial.
- Rentan terhadap interferensi dan *noise*.
- Mengurangi interferensi: mempunyai perisai kawat dengan jalinan logam atau selubung, kawat berpilin mengurangi interferensi frekuensi rendah dan penggunaan panjang *twist* yang berbeda dalam pasangan kawat yang berdekatan (dalam satu bundel) mengurangi *crosstalk*.

Unshielded vs Shielded Twisted Pair

Shielded twisted pair (STP)

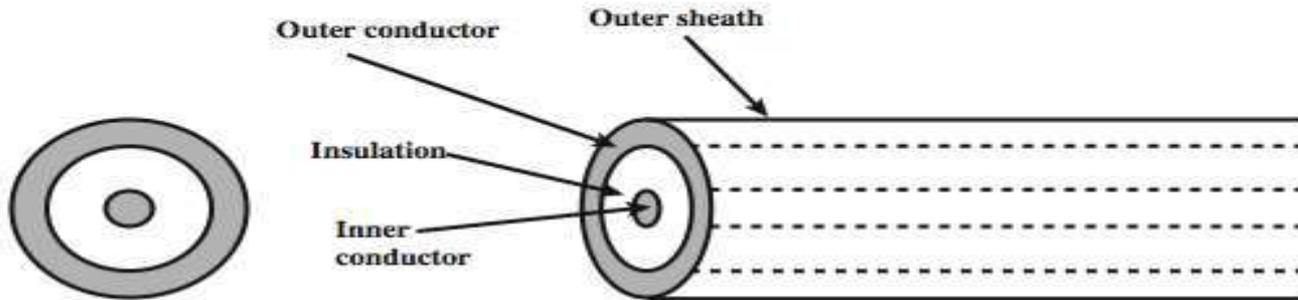


Unshielded twisted pair (UTP)



- **Unshielded Twisted Pair (UTP)**
 - Kabel telepon biasa
 - Murah
 - Mudah diinstal
- **Shielded Twisted Pair (STP)**
 - Jalinan logam atau selubung yang mengurangi interferensi
 - Lebih mahal
 - Susah untuk diinstal (*thick, heavy*)

Coaxial Cable



- Outer conductor is braided shield
- Inner conductor is solid metal
- Separated by insulating material
- Covered by padding

(b) Coaxial cable

COAXIAL CABLE



RCA



F-PIN



BNC

Karakteristik Transmisi Coaxial Cable

- Mentransmisikan baik sinyal analog maupun digital
- Karakteristik frekuensi yang lebih baik dari *Twisted Pair*, digunakan pada frekuensi dan kecepatan data tinggi
- Berpelindung, kurang rentan terhadap interferensi dan *crosstalk* dibandingkan *twisted pair*.
- Kendala : redaman, noise termal dan intermodulation noise.
- Intermodulation noise ada hanya ketika beberapa saluran atau pita frekuensi digunakan pada kabel.

Karakteristik Transmisi Coaxial Cable

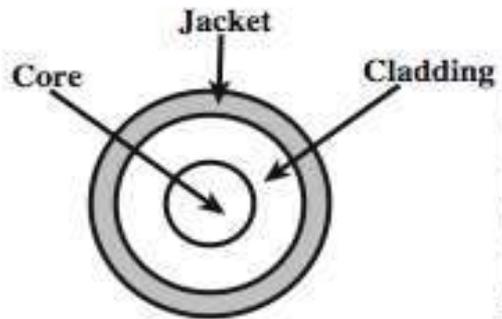
Sinyal analog

- Amplifiers setiap beberapa km
- Jarak dekat untuk frekuensi tinggi
- Spektrum up to 500MHz

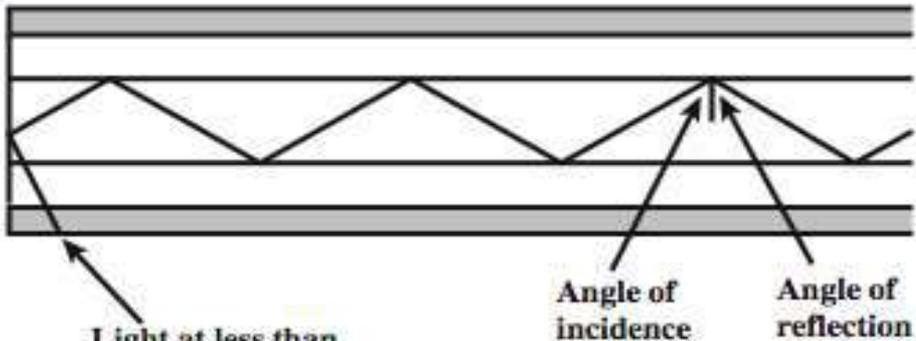
Sinyal digital

- repeater setiap 1km
- Jarak dekat untuk kecepatan data tinggi

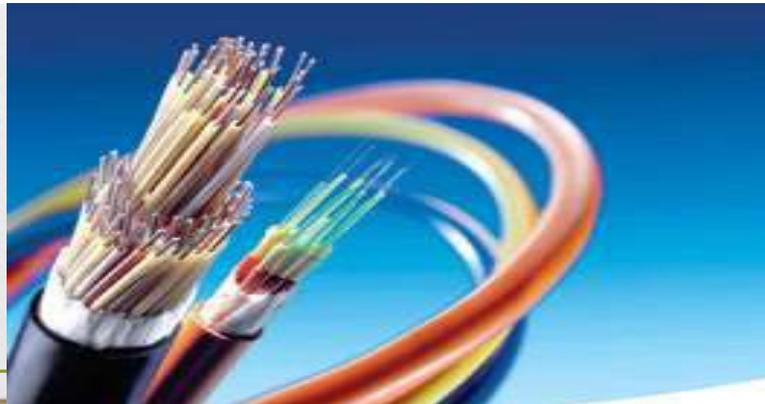
Optical Fiber



- Glass or plastic core
- Laser or light emitting diode
- Specially designed jacket
- Small size and weight



(c) Optical fiber



Optical Fiber

- Serat optik berbentuk tipis (2-125 piko meter), media fleksibel yang mampu membimbing sebuah sinar optik.
- Berbagai kaca dan plastik dapat digunakan untuk membuat serat optik.
- Bentuk silindris dan terdiri dari tiga bagian konsentris: **inti**, **cladding** dan **jacket**.
- **Inti** adalah bagian terdalam dan terdiri dari satu atau lebih helai yang sangat tipis atau serat, memiliki diameter pada kisaran 8 sampai 50 pM.
- Setiap serat dikelilingi oleh **cladding** tersendiri, memiliki sifat optik yang berbeda dari inti dan berdiameter 125 pM.
- Antarmuka antara **inti** dan **cladding** bertindak sebagai reflektor untuk membatasi cahaya agar tidak lolos dari inti.

Optical Fiber

- Lapisan terluar, mengelilingi satu atau seikat serat *cladded* adalah **jaket**.
- **Jaket** (Lapisan terluar, mengelilingi satu atau seikat serat *cladded*) terdiri dari lapisan plastik dan bahan lainnya untuk melindungi terhadap kelembaban, abrasi, kehancuran dan bahaya lingkungan lainnya.
- Serat optik telah digunakan cukup besar dalam telekomunikasi jarak jauh, dan penggunaannya dalam aplikasi militer sedang berkembang.
- Lima kategori dasar aplikasi telah menjadi penting untuk serat optik: **Long-haul trunks, Metropolitan trunks, Rural exchange trunks, Subscriber loops & Local area networks.**

Keuntungan Optical Fiber

- Kapasitas yang lebih besar
 - Kecepatan data ratusan Gbps
- Ukuran dan berat yang lebih kecil
- Atenuasi (Redaman) yang rendah
- Isolasi elektromagnetik
- Jarak repeater lebih besar
 - 10-an km setidaknya

Karakteristik berikut membedakan serat optik dari *twisted pair* atau kabel coaxial:

- **Kapasitas lebih besar:** *Bandwidth* potensial dan karenanya kecepatan data serat optik, sangat besar, kecepatan data ratusan Gbps selama puluhan kilometer telah dibuktikan.
- **Ukuran yang lebih kecil dan bobot yang lebih ringan:** serat optik jauh lebih tipis dari kabel coaxial atau kabel *twisted-pair*. Untuk saluran sempit di gedung-gedung dan bawah tanah sepanjang wilayah publik padat, keuntungan dari ukuran kecil cukup besar.

Karakteristik berikut membedakan serat optik dari *twisted pair* atau kabel coaxial:

- **Isolasi elektromagnetik** : sistem serat optik tidak terpengaruh oleh medan elektromagnetik eksternal. Dengan demikian sistem ini tidak rentan terhadap interferensi, *noise impulse* atau *crosstalk*. Dengan kondisi yang sama, serat tidak meradiasikan energinya, sehingga sedikit gangguan dengan peralatan lain dan tingkat keamanan yang tinggi dari penyadapan. Selain itu, serat pada dasarnya sulit untuk disadap.
- **Jarak repeater lebih jauh**: sedikit repeater berarti biaya yang lebih rendah dan lebih sedikit sumber kesalahan. Kinerja sistem serat optik dari sudut pandang ini telah terus membaik. Jarak satu repeater untuk setiap puluhan kilometer untuk serat optik adalah umum dan jarak satu repeater untuk ratusan kilometer.

Karakteristik Transmisi Optical Fiber

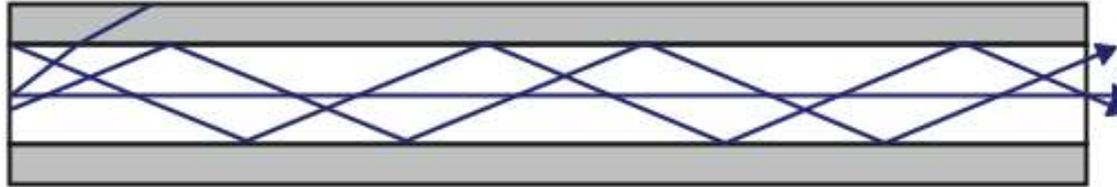
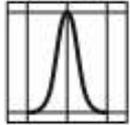
- Menggunakan refleksi *internal* total untuk mentransmisikan cahaya
 - Secara efektif berfungsi sebagai panduan untuk gelombang 10¹⁴-10¹⁵ Hz, meliputi bagian dari spektrum inframerah dan spektrum terlihat.
- Dapat menggunakan beberapa sumber cahaya yang berbeda.
 - ***Light Emitting Diode (LED)***
 - Lebih murah, beroperasi pada rentang temperatur yang lebih luas, operasi berlangsung lebih lama.
 - ***Injection Laser Diode (ILD)***
 - Lebih efisien, memiliki kecepatan data yang lebih besar

Karakteristik Transmisi Optical Fiber

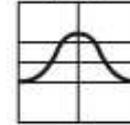
- LED & ILD adalah perangkat semikonduktor yang mampu memancarkan sinar cahaya.
- Ada hubungan antara panjang gelombang yang digunakan, tipe transmisi dan data rate dicapai. Baik *single mode* dan *multimode* dapat mendukung beberapa panjang gelombang cahaya yang berbeda dan dapat menggunakan sumber cahaya laser atau LED.

Mode Transmisi Optical Fiber

Input pulse

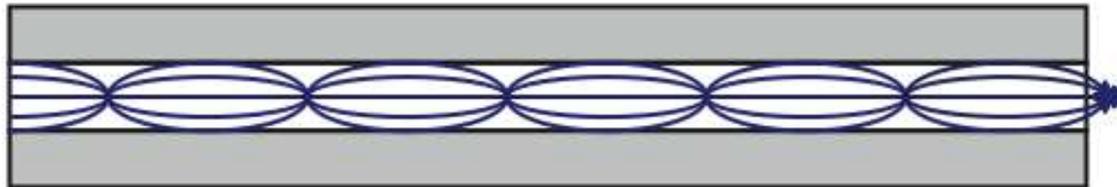
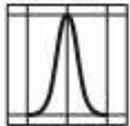


Output pulse

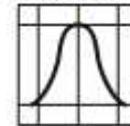


(a) Step-index multimode

Input pulse

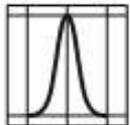


Output pulse

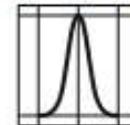


(b) Graded-index multimode

Input pulse



Output pulse



(c) Single mode

Mode Transmisi Optical Fiber

- Cahaya dari sumber memasuki kaca silinder atau inti plastik. Sinar pada sudut tumpul dipantulkan dan disebarkan sepanjang serat, sinar lainnya diserap oleh bahan yang mengelilingi. Bentuk propagasi disebut ***step index multimode***, mengacu pada berbagai sudut yang dicerminkan.
- Dengan transmisi *multimode* akan muncul beberapa jalur propagasi *multiple*, masing-masing dengan panjang jalur yang berbeda dan waktu untuk melintasi serat yang berbeda.
- Hal ini menyebabkan data yang diterima kurang akurat karena kecepatan data dibatasi. Ini terjadi karena elemen sinyal (pulsa cahaya) menyebar dalam waktu bersamaan. Jenis serat ini paling cocok untuk pengiriman melalui jarak yang sangat pendek.

Mode Transmisi Optical Fiber

- Ketika radius inti serat berkurang, lebih sedikit sudut yang akan dipantulkan. Dengan mengurangi radius inti ke urutan panjang gelombang maka hanya akan ada sudut tunggal atau mode yang dapat dilewati sinar mendatar.
- Jalur transmisi tunggal dengan transmisi *single-mode*, distorsi yang ditemukan dalam *multimode* tidak dapat terjadi.

Mode Transmisi Optical Fiber

- *Single-mode* biasanya digunakan untuk aplikasi jarak jauh, termasuk telepon dan televisi kabel.
- *Grade-index multimode* : memvariasikan indeks bias inti.

Mode Transmisi Optical Fiber

- Semakin tinggi indeks refraksi pada pusat membuat sinar cahaya bergerak ke bawah sumbu-x ke depan lebih lambat daripada yang dekat dengan selubung, sinar inti melengkung karena indeks yang bertingkat, mengurangi jarak perjalanannya.
- Jalur yang diperpendek dan kecepatan yang lebih tinggi memungkinkan cahaya di bagian luar tiba di *receiver* pada waktu yang sama seperti sinar lurus dalam sumbu-x inti. Serat *graded-index* sering digunakan dalam jaringan area lokal.

Transmisi Wireless

- 1GHz untuk 40GHz
 - Microwave
 - Sangat terarah
 - Point to point
 - Komunikasi satelit
- 30MHz ke 1GHz
 - *Omnidirectional* : jenis antena yang memiliki pola pancaran sinyal ke segala arah
 - Broadcast radio
- 3×10^{11} hingga 2×10^{14} Hz
 - Inframerah
 - Lokal *point to point* dan *multipoint* dalam satu ruangan

Antena

- Konduktor listrik yang digunakan untuk memancarkan atau mengumpulkan energi elektromagnetik.
- Antena transmisi
 - Energi listrik frekuensi radio dari *transmitter*
 - dikonversi ke energi elektromagnetik oleh antena
 - diradiasikan ke lingkungan sekitarnya

Antena

- Antena penerima
 - Energi elektromagnetik ditangkap antena
 - diubah menjadi energi listrik frekuensi radio
 - diinput ke *receiver*
- Antena yang sama sering digunakan untuk komunikasi dua arah.

Terrestrial Microwave

- Digunakan untuk telekomunikasi jarak jauh, sebagai alternatif untuk kabel koaksial atau serat optik.
- *Directional* : jenis antena yang memiliki pola pancaran satu arah.
- Membutuhkan *amplifier* atau *repeater* sedikit tetapi letak saling berhadapan.
- Digunakan untuk transmisi suara dan televisi, untuk *point-to-point link* pendek antara gedung-gedung, untuk TV sirkuit tertutup atau sebagai link data antara jaringan area lokal.

Terrestrial Microwave

- Menggunakan antena parabola untuk memfokuskan sinar sempit ke antena *receiver*.
- Frekuensi 1-40GHz
- Frekuensi yang lebih tinggi memberikan kecepatan data yang lebih tinggi
- Sumber utama kerugian adalah redaman
 - Jarak, curah hujan (diatas 10GHz)
 - Interferensi

Satellite Microwave

- Stasiun pemancar gelombang mikro atau stasiun relay
- Menghubungkan *transmitter* dan *receiver* darat
- Satelit menerima transmisi pada satu pita frekuensi (*uplink*), menguatkan atau mengulang sinyal dan mengirimkannya pada frekuensi lain (*downlink*)
- Rentang frekuensi optimum adalah 1 – 10 GHz
- Penggunaan umum
 - Televisi
 - Telepon jarak jauh
 - Jaringan bisnis
 - Global positioning

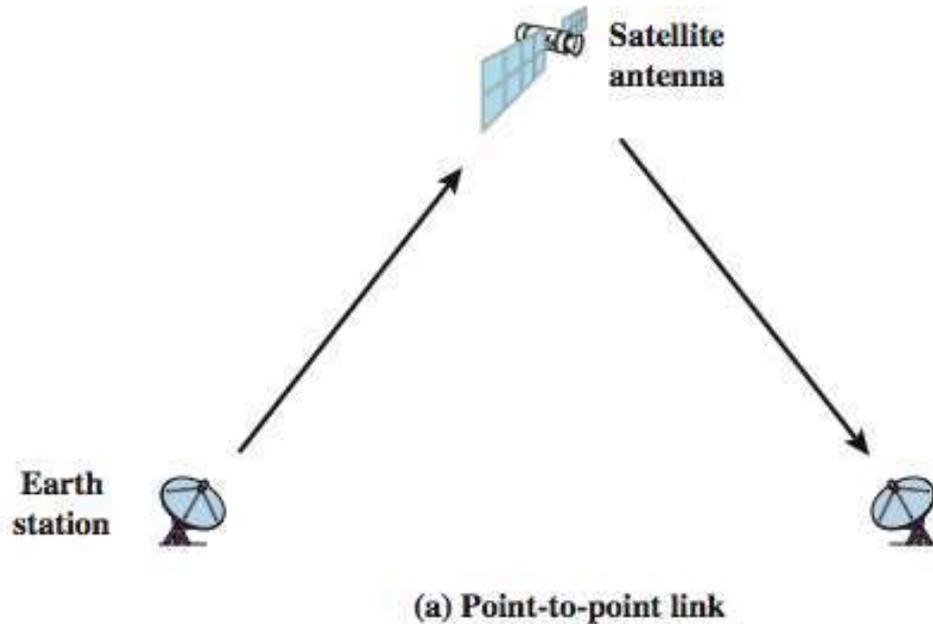
Satellite Microwave

- Sebagian besar satelit menyediakan layanan *point-to-point* saat ini menggunakan *bandwidth* frekuensi dalam kisaran 5,925-6,425 GHz untuk transmisi dari bumi ke satelit (*uplink*) dan *bandwidth* dalam kisaran 3,7-4,2 GHz untuk transmisi dari satelit ke bumi (*downlink*).
- Kombinasi ini disebut sebagai band 4/6-GHz, kemudian dikembangkan menjadi band 12/14-GHz telah dikembangkan (*uplink*: 14-14,5 GHz, *downlink*: 11,7-12,2 GHz).

Satellite Microwave

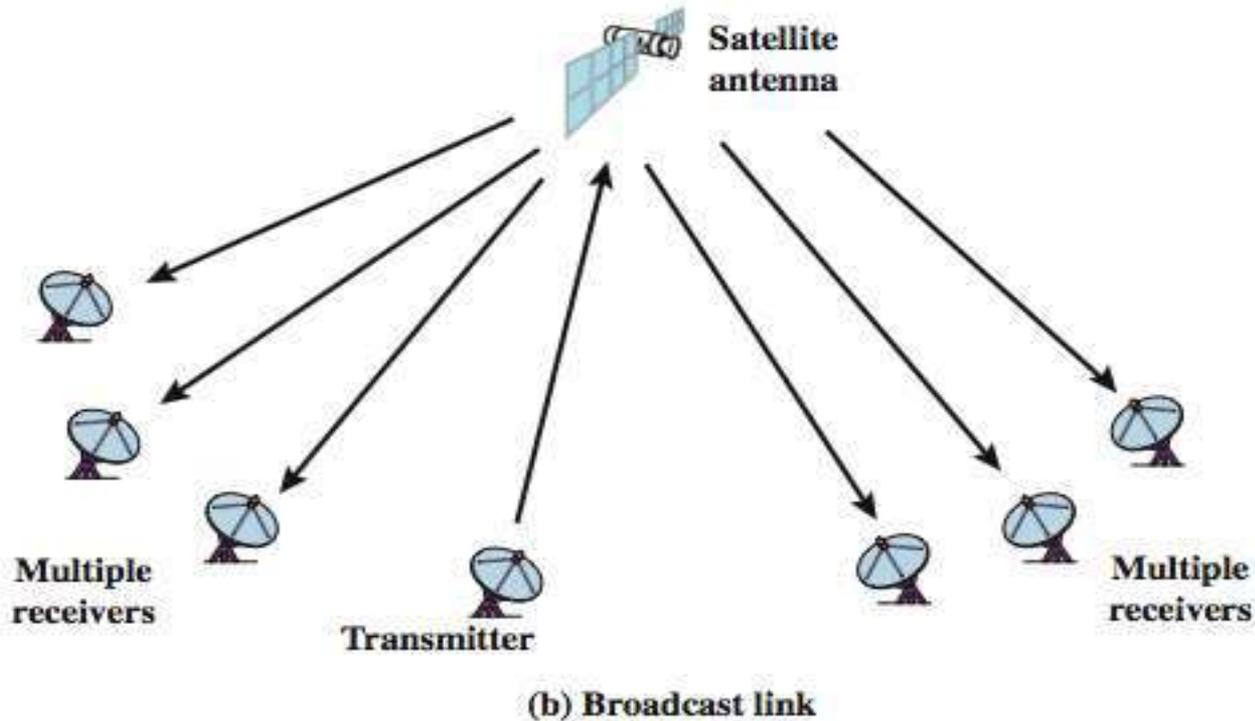
- Agar komunikasi satelit berfungsi secara efektif, umumnya diperlukan bahwa satelit tetap diam sehubungan dengan posisinya di atas bumi berada dalam garis pandang dari stasiun bumi setiap saat. Untuk tetap diam, satelit harus memiliki periode rotasi yang sama dengan periode rotasi bumi, yang terjadi di ketinggian 35.863 km di khatulistiwa.
- Dua satelit yang menggunakan pita frekuensi yang sama, jika cukup dekat bersama-sama, akan saling mengganggu. Untuk menghindari hal ini, standar saat ini membutuhkan 4° jarak di band 4/6-GHz dan 3° jarak pada 12/14-GHz. Dengan demikian jumlah kemungkinan satelit sangat terbatas.

Satellite Point to Point Link



Menggambarkan secara umum dua konfigurasi umum bagi komunikasi satelit. Pada bagian pertama, satelit tersebut digunakan untuk menyediakan *link point-to-point* antara dua antena berbasis darat.

Satellite Broadcast Link



Menggambarkan secara umum dua konfigurasi umum bagi komunikasi satelit. Pada yang kedua, satelit menyediakan komunikasi antara satu *transmitter* berbasis darat dan sejumlah *receiver* berbasis darat.

Broadcast Radio

- Radio adalah rentang frekuensi 3kHz hingga 300GHz
- Broadcast radio, 30MHz - 1GHz, untuk:
 - radio FM
 - televisi UHF dan VHF
- Omnidirectional
- Letak tidak perlu saling berhadapan secara tepat
- Mengalami interferensi multipath
 - refleksi dari tanah, air, benda-benda lain

Infrared

-
- *Transceiver* yang memodulasi cahaya inframerah nonkoheren
 - Transceiver harus berada dalam garis pandang satu sama lain baik secara langsung atau melalui pantulan dari permukaan berwarna terang seperti langit-langit ruangan
 - Diblokir oleh dinding
 - Tidak ada lisensi yang diperlukan
 - penggunaan umum
 - Remote control TV
 - Port IRD