

William Stallings

Data and Computer

Communications

7th Edition

Bagian 4

Media Transmisi

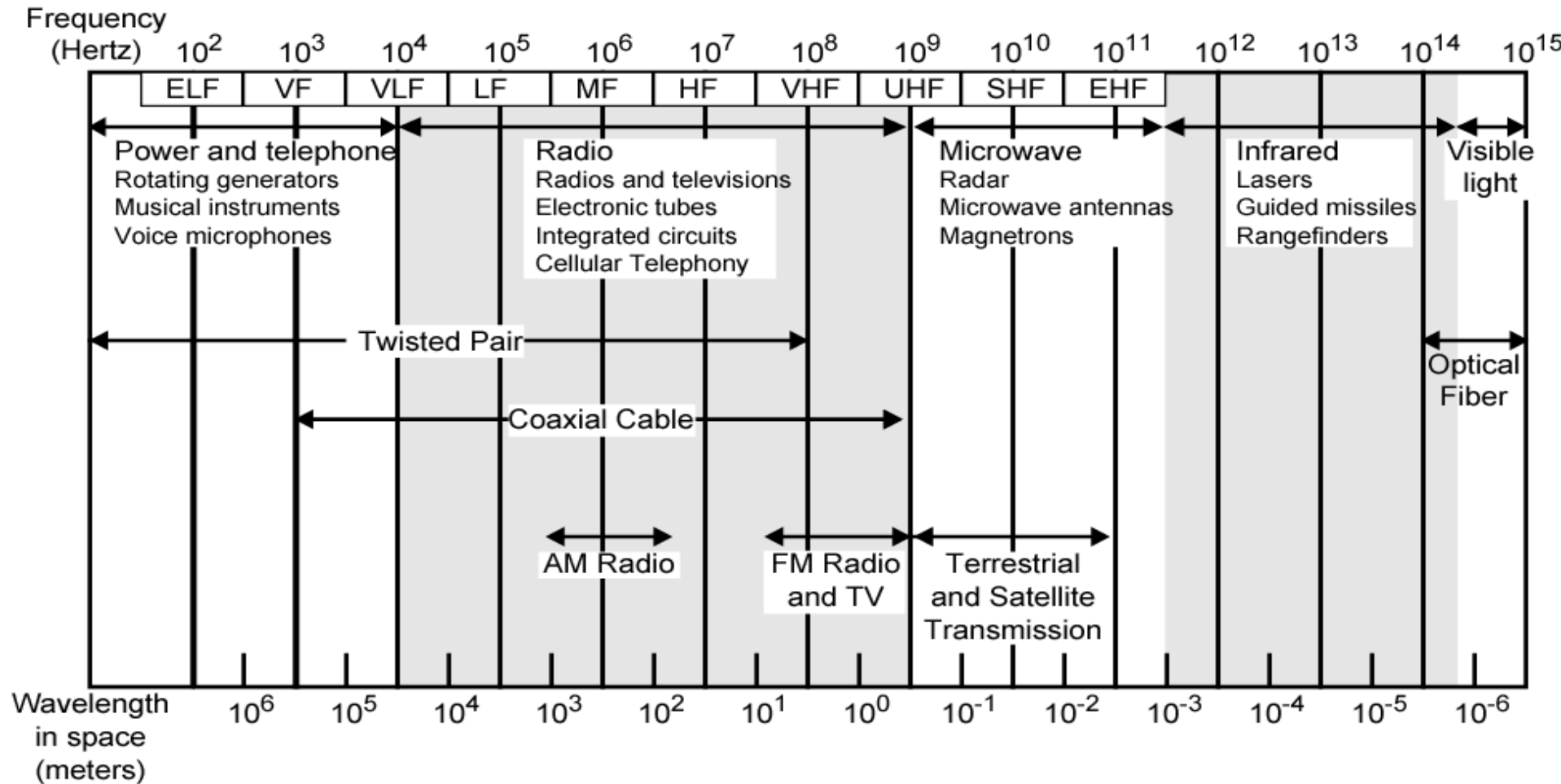
Overview

- Guided - wire
- Unguided - wireless
- Karakteristik dan kualitas diberikan oleh media dan sinyal
- For guided, media lebih penting
- For unguided, lebar pita dihasilkan oleh antena adalah lebih penting
- kuncinya rata-rata data dan jarak

Faktor Desain

- Bandwidth(lebar pita)
 - Lebar pita yang tinggi diberikan ke data rata-rata yang tinggi
- Transmission impairments
 - Mengurangi
- Interferensi
- Jumlah dari penerima
 - In guided media
 - Banyak penerima (multi-point) dikenalkan banyak mengurangi

Spektrum Elektromagnetik



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

Guided Media Transmisi

- Twisted Pair
- Kabel Coaxial
- Fiber Optic

Karakteristik Transmisi dari 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

Twisted Pair

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



(a) Twisted pair

Aplikasi Twisted Pair

- Most common medium
- Jaringan telepon
 - Antara rumah dan local exchange (subscriber loop)
- Dalam gedung
 - Untuk pertukaran cabang sendiri(PBX)
- Untuk local area networks (LAN)
 - 10Mbps atau 100Mbps

Twisted Pair - Pros and Cons

- murah
- mudah bekerja dengan
- Rata-rata data rendah
- Range pendek

Karakteristik Transmisi Twisted Pair

- Analog
 - Dikuatkan setiap 5km sampai 6km
- Digital
 - Menggunakan kedua sinyal analog dan sinyal digital
 - pengulangan setiap 2km atau 3km
- Jarak dibatasi
- Lebar pita dibatasi (1MHz)
- Rata-rata data dibatasi (100MHz)
- Mudah terpengaruh oleh interferensi dan noise

Near End Crosstalk

- Coupling of signal from one pair to another
- Coupling takes place when transmit signal entering the link couples back to receiving pair
- i.e. near transmitted signal is picked up by near receiving pair

Unshielded and Shielded TP

- Unshielded Twisted Pair (UTP)
 - Kabel telepon biasa
 - murah
 - Mudah diinstal
 - dibiarkan dari interferensi EM dari luar
- Shielded Twisted Pair (STP)
 - Pita baja atau sarung untuk mengurangi interferensi
 - Lebih mahal
 - keras untuk dipegang (tebal, berat)

Kategori UTP

- Kategori 3
 - Di atas 16MHz
 - Tingkatan voice ditemukan dalam banyak perkantoran
 - Panjang twist dari 7.5 cm sampai 10 cm
- Kategori 4
 - Di atas 20 MHz
- Kategori 5
 - Di atas 100MHz
 - biasanya sebelum diinstal pada bangunan gedung baru
 - Panjang twist 0.6 cm sampai 0.85 cm
- Kategori 5E (Enhanced) – lihat tabel
- Kategori 6
- Kategori 7

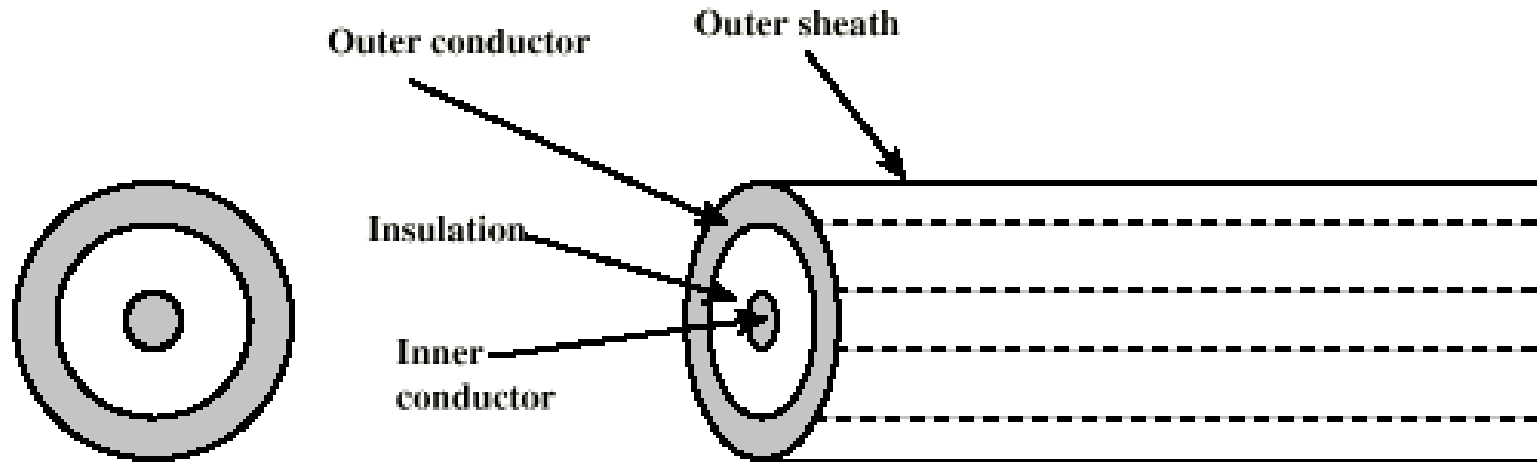
Perbandingan dari Shielded dan Unshielded Twisted Pair

	Attenuation (dB per 100 m)			Near-end Crosstalk (dB)		
Frequency (MHz)	Category 3 UTP	Category 5 UTP	150-ohm STP	Category 3 UTP	Category 5 UTP	150-ohm STP
1	2.6	2.0	1.1	41	62	58
4	5.6	4.1	2.2	32	53	58
16	13.1	8.2	4.4	23	44	50.4
25	—	10.4	6.2	—	41	47.5
100	—	22.0	12.3	—	32	38.5
300	—	—	21.4	—	—	31.3

Kategori dan kelas Twisted Pair

	Category 3 Class C	Category 5 Class D	Category 5E	Category 6 Class E	Category 7 Class F
Bandwidth	16 MHz	100 MHz	100 MHz	200 MHz	600 MHz
Cable Type	UTP	UTP/FTP	UTP/FTP	UTP/FTP	SSTP
Link Cost (Cat 5 =1)	0.7	1	1.2	1.5	2.2

Kabel Coaxial



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

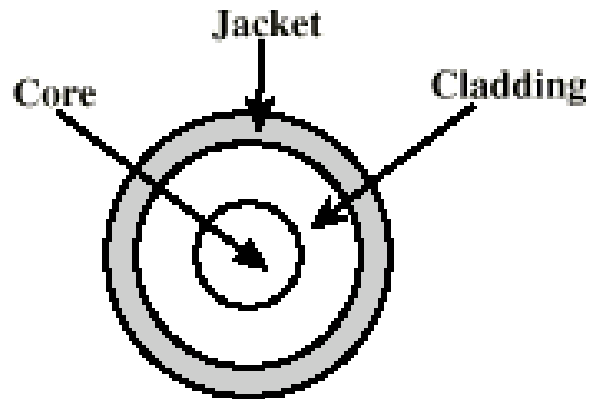
Aplikasi Kabel Coaxial

- Medium banyak berubah-ubah
- Distribusi Televisi
 - Ariel to TV
 - TV kabel
- Transmisi telepon jarak jauh
 - Dapat membawa 10,000 panggilan suara simultan
 - Menjadi pengganti dari fiber optic
- Sistem links komputer jarak dekat
- Local area networks(LAN)

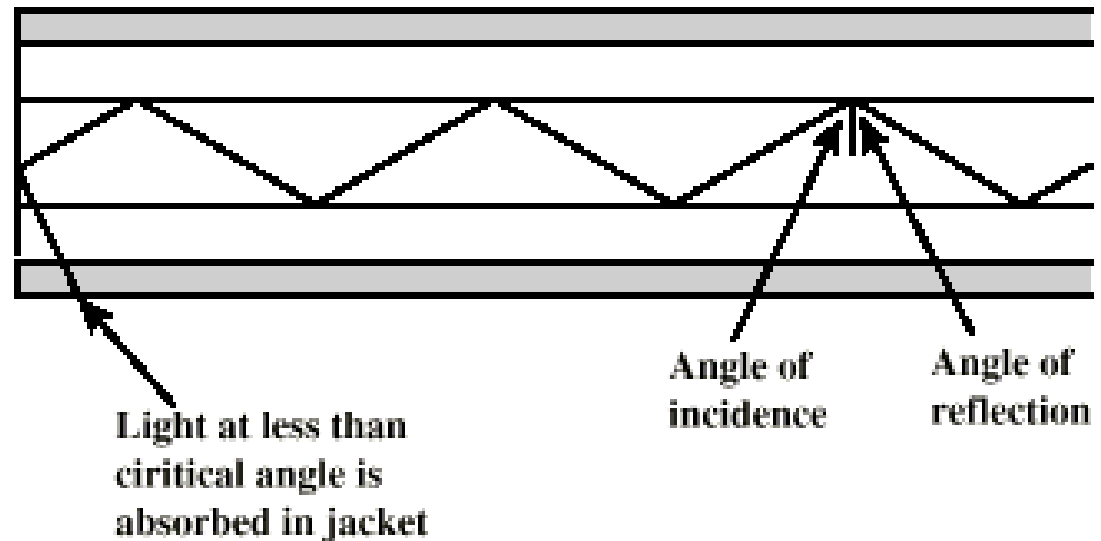
Karakteristik Transmisi - kabel Coaxial

- Analog
 - penguatan tiap sedikit km
 - Penutup jika frekuensi tinggi
 - Di atas 500MHz
- Digital
 - Pengulangan setiap 1km
 - Penutup untuk rata-rata data yang tinggi

Fiber Optic



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



Keunggulan Fiber Optic

- Kapasitas besar
 - Rata-rata data dari seribu dari Gbps
- Ukuran kecil & berat
- Attenuation rendah
- Isolasi Elektromagnetik
- Jarak pengulangan besar
 - 10s of km at least

Aplikasi Fiber Optic

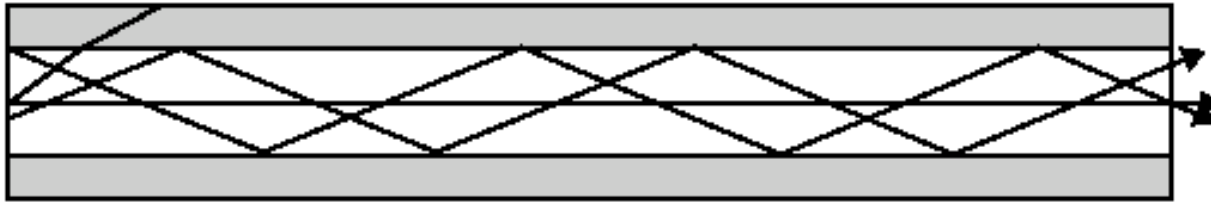
- Penarik saluran besar-panjang
- Saluran besar metropolitan
- Saluran besar penukar di sekitar desa
- Subscriber loops
- LAN

Karakteristik Transmisi Fiber Optic

- Beraksi sebagai gelombang guide for 10^{14} to 10^{15} Hz
 - Bagian dari infrared dan spectrum yang kelihatan
- Light Emitting Diode (LED)
 - Lebih murah
 - Di operasikan pada range temperatur yang lebih lebar
 - Akhir terpanjang
- Injection Laser Diode (ILD)
 - Lebih efisien
 - Rata-rata data terbesar
- Wavelength Division Multiplexing

Mode Transmisi Fiber Optic

Input pulse

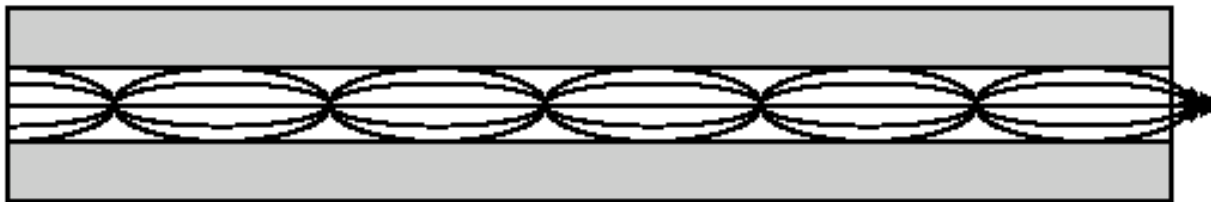


Output pulse



(a) Step-index multimode

Input pulse

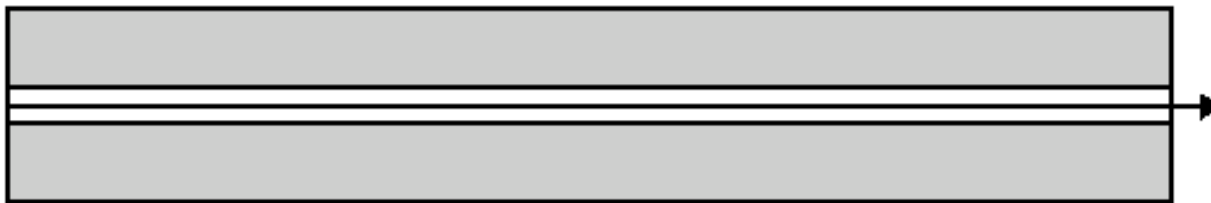


Output pulse



(b) Graded-index multimode

Input pulse



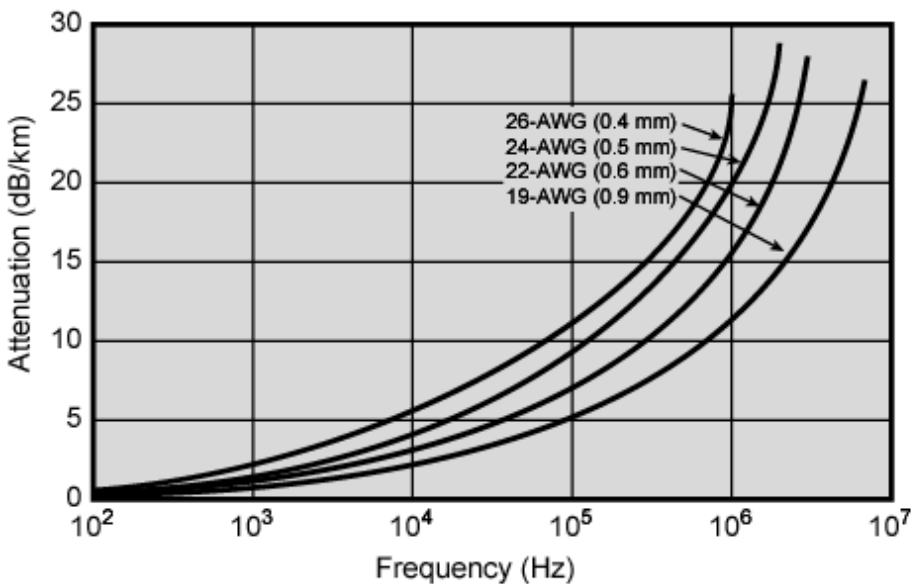
Output pulse



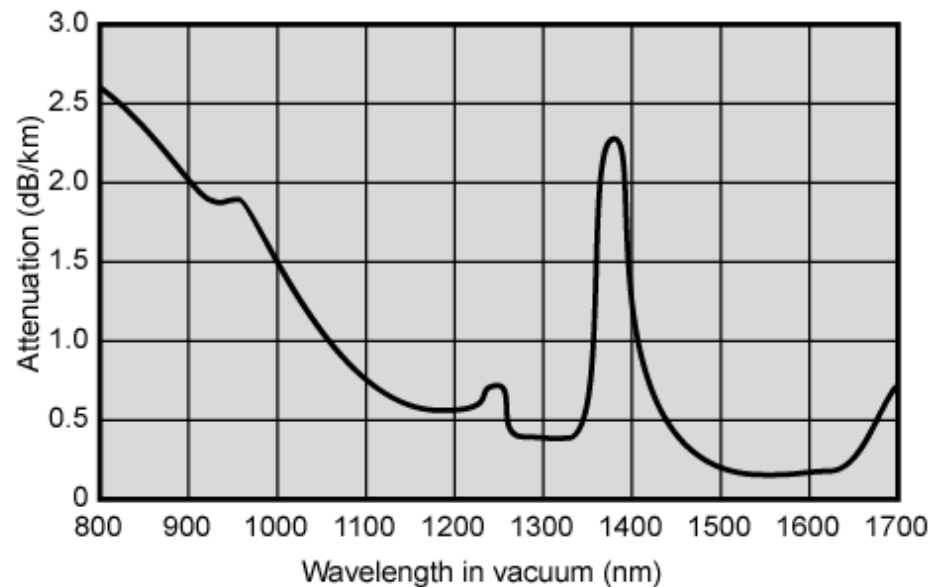
(c) Single mode

Penggunaan Frekuensi Untuk Aplikasi Fiber

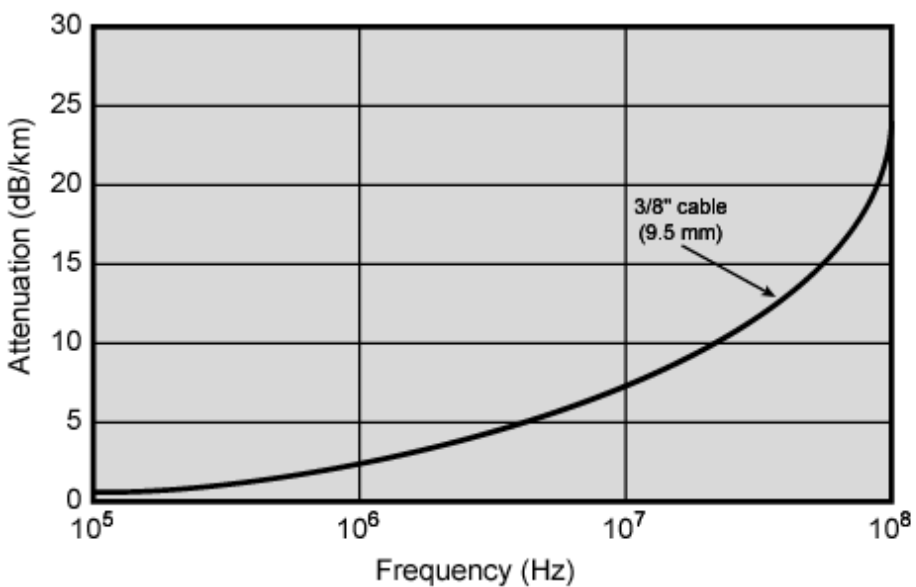
Wavelength (in vacuum) range (nm)	Frequency range (THz)	Band label	Fiber type	Application
820 to 900	366 to 333		Multimode	LAN
1280 to 1350	234 to 222	S	Single mode	Various
1528 to 1561	196 to 192	C	Single mode	WDM
1561 to 1620	185 to 192	L	Single mode	WDM



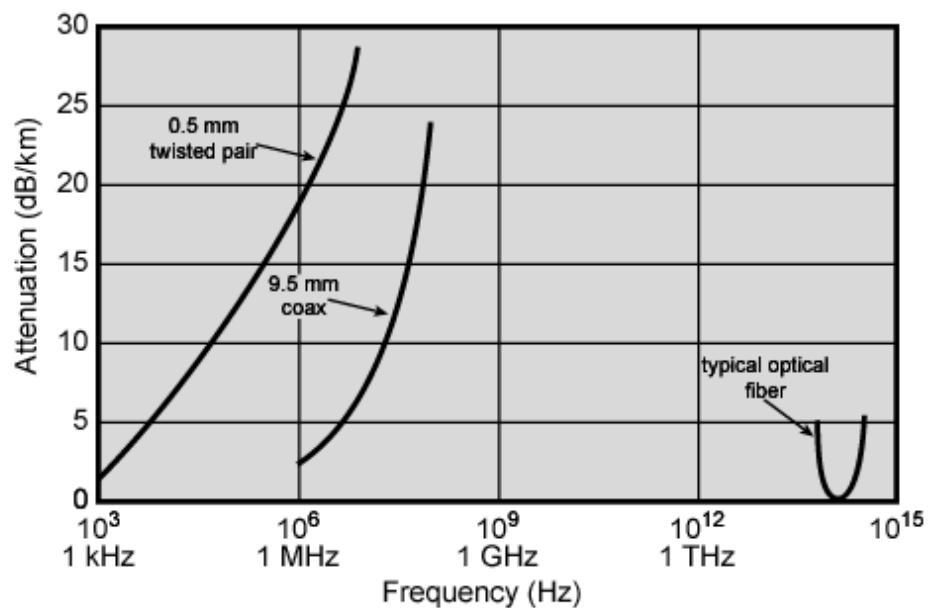
(a) Twisted pair (based on [REEV95])



(c) Optical fiber (based on [FREE02])



(b) Coaxial cable (based on [BELL90])



(d) Composite graph

Frekuensi Transmisi Wireless

- 2GHz sampai 40GHz
 - Microwave
 - Highly directional
 - Point to point
 - Satelit
- 30MHz sampai 1GHz
 - Omnidirectional
 - Pemancar radio
- 3×10^{11} sampai 2×10^{14}
 - Infrared
 - Local

Antenna

- Konduktor elektrik (atau sistem) yang digunakan untuk energi radiasi elektromagnetik atau mengumpulkan energi elektromagnetik
- Transmisi
 - Energi frekuensi radio dari transmitter
 - Di rubah ke energi elektromagnetik
 - oleh antenna
 - Radiasi dalam mengelilingi sekitar
- Penerimaan
 - Energi elektromagnetik melanggar dalam antena
 - Di konversi untuk energi frekuensi elektrik radio
 - Bentuk untuk receiver
- Antena yang sama sering digunakan untuk keduanya

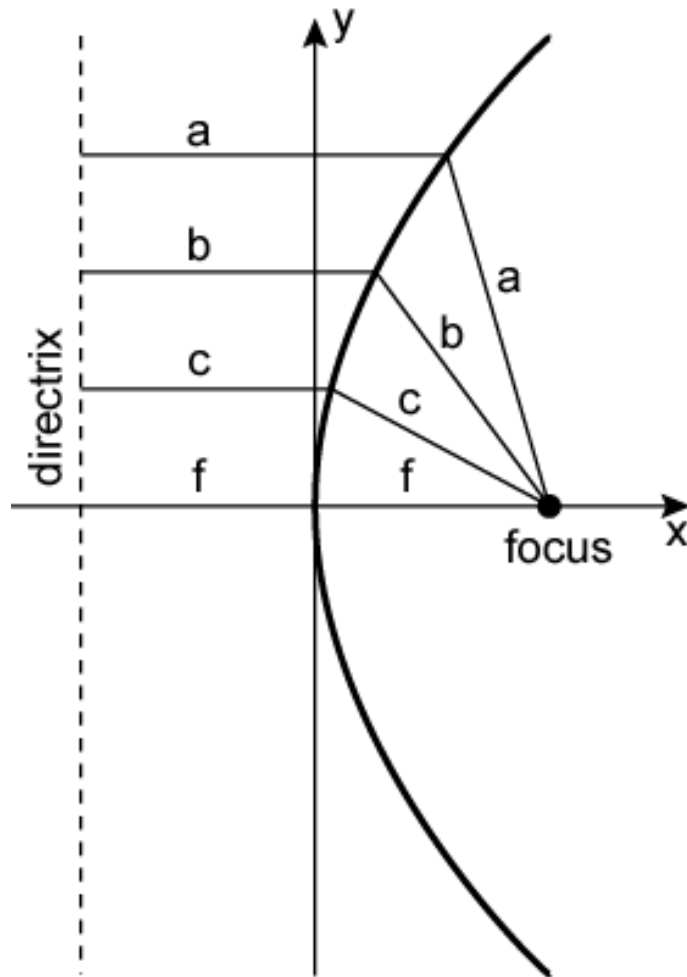
Pola Radiasi

- Daya diradiasikan dalam semua directions
- Performa tidak sama dalam semua directions
- Antena Isotropic adalah titik dalam jarak (theoretical)
 - Radiasi dalam semua directions sama
 - Memberi pola radiasi spherical

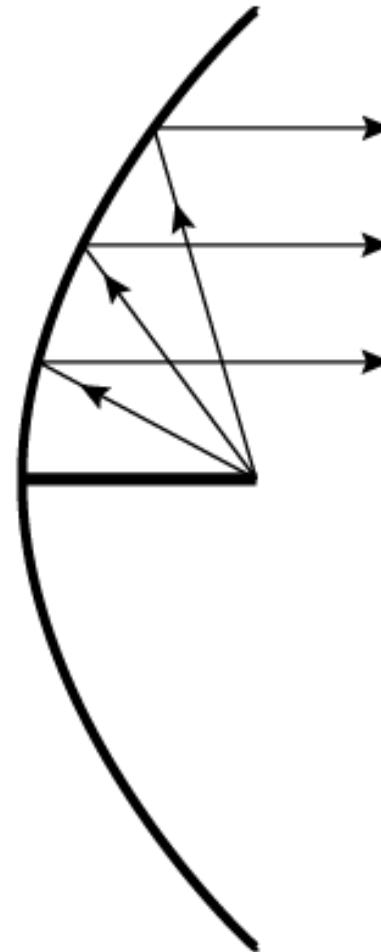
Antena Refleksi Parabola

- Di gunakan untuk terrestrial dan satelit microwave
- Parabola adalah locus dari titik equidistant dari suatu line dan suatu bagian tidak pada line tersebut
- Titik tetap adalah focus
 - Line adalah directrix
- Parabola berputar tentang untuk mendapat paraboloid
 - Pemotongan silang paralel untuk axis memberikan parabola
 - Pemotongan silang tegak lurus untuk axis memberikan lingkaran
- Sumber ditempatkan pada focus akan menghasilkan gelombang refleksi dari parabola dalam pararel dengan axis
 - Membuat (theoretical) pararel sinar cahaya dari/sound/radio
- Pada penerima, sinyal dipusatkan pada focus, dimana detector diletakkan

Antena Refleksi Parabola



(a) Parabola



(b) Cross-section of parabolic antenna showing reflective property

Gain Antena

- Ukuran directional antena
- Power output dalam arah particular dibandingkan dengan yg diproduksi oleh isotropic antenna
- Measured in decibels (dB)
- Menyebabkan kerugian pada power di arah yg lain
- Area efektif berhubungan dengan ukuran dan bentuk
 - Related to gain

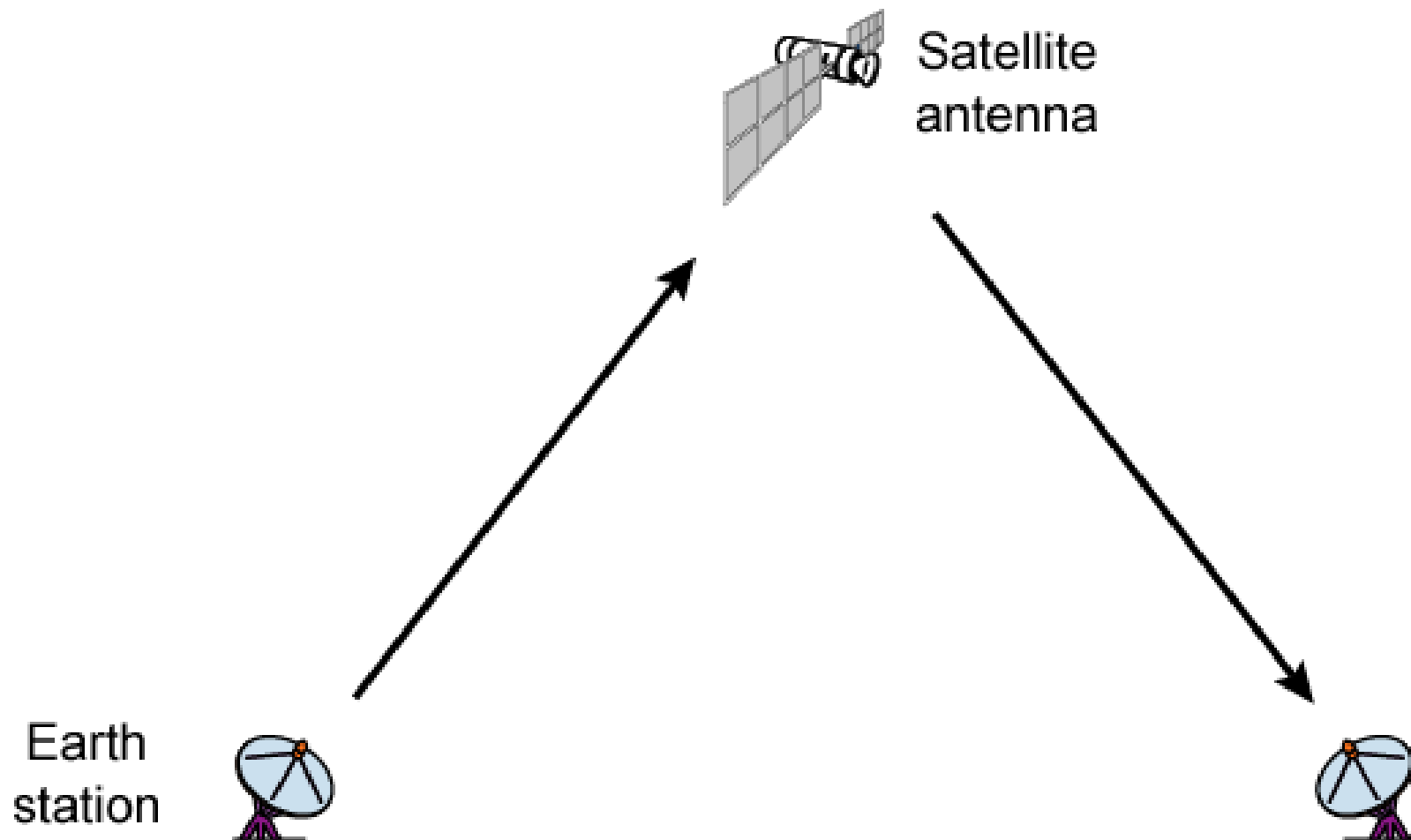
Terrestrial Microwave

- Parabolic dish
- Focused beam
- Line of sight
- Long haul telecommunications
- Frekuensi tinggi memberikan data rate tinggi

Satellite Microwave

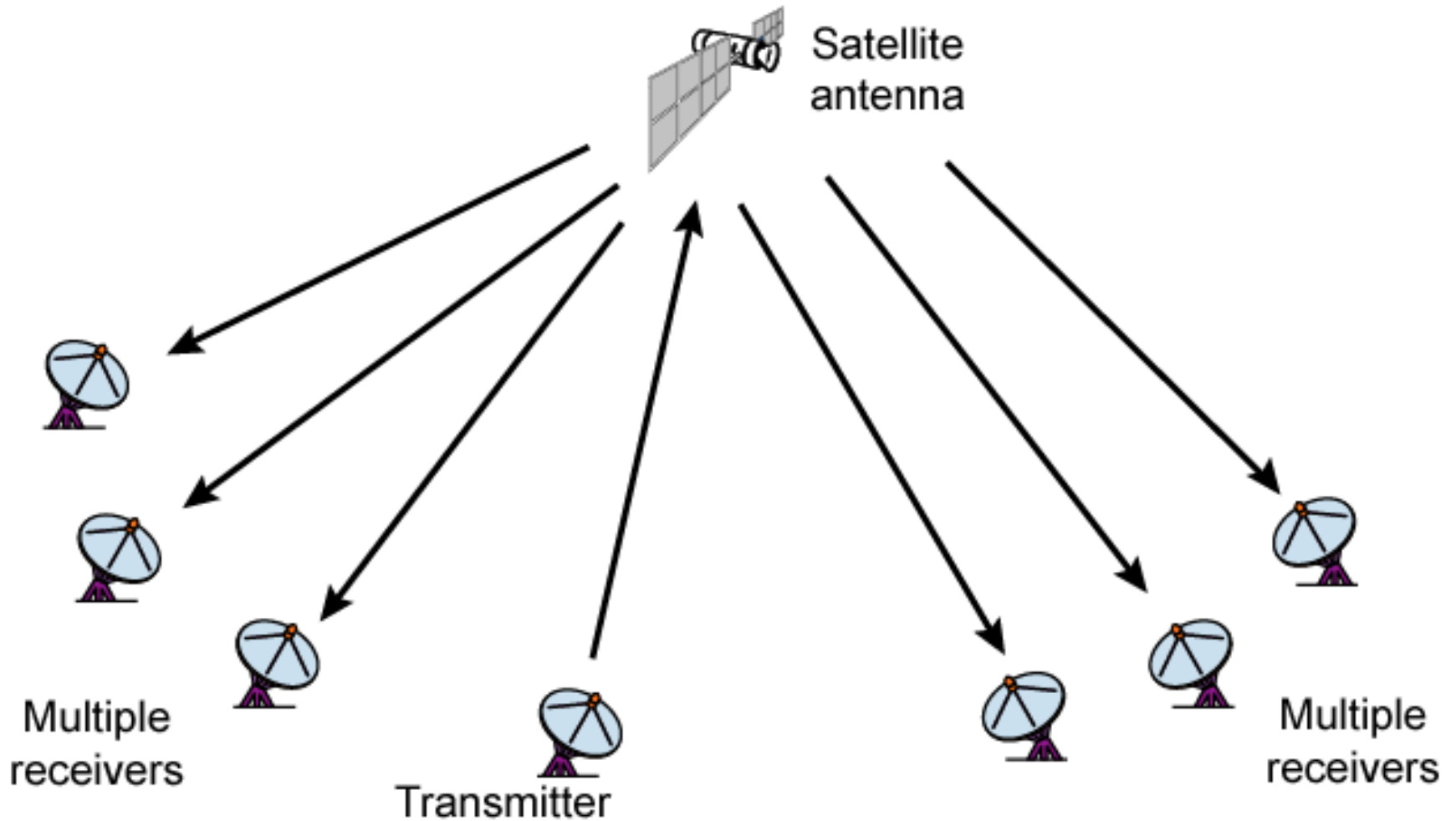
- Satellite adalah stasiun relay
- Satellite menerima dalam satu frekuensi, amplifies atau mengulang sinyal dan mengirim pada frekuensi yg lain
- Requires geo-stationary orbit
 - Height of 35,784km
- Television
- Long distance telephone
- Private business networks

Satellite Point to Point Link



(a) Point-to-point link

Link Pemancar Satellite



(b) Broadcast link

Pemancar Radio

- Omnidirectional
- Radio FM
- Televisi UHF dan VHF
- Line of sight
- Suffers from multipath interference
 - Refleksi

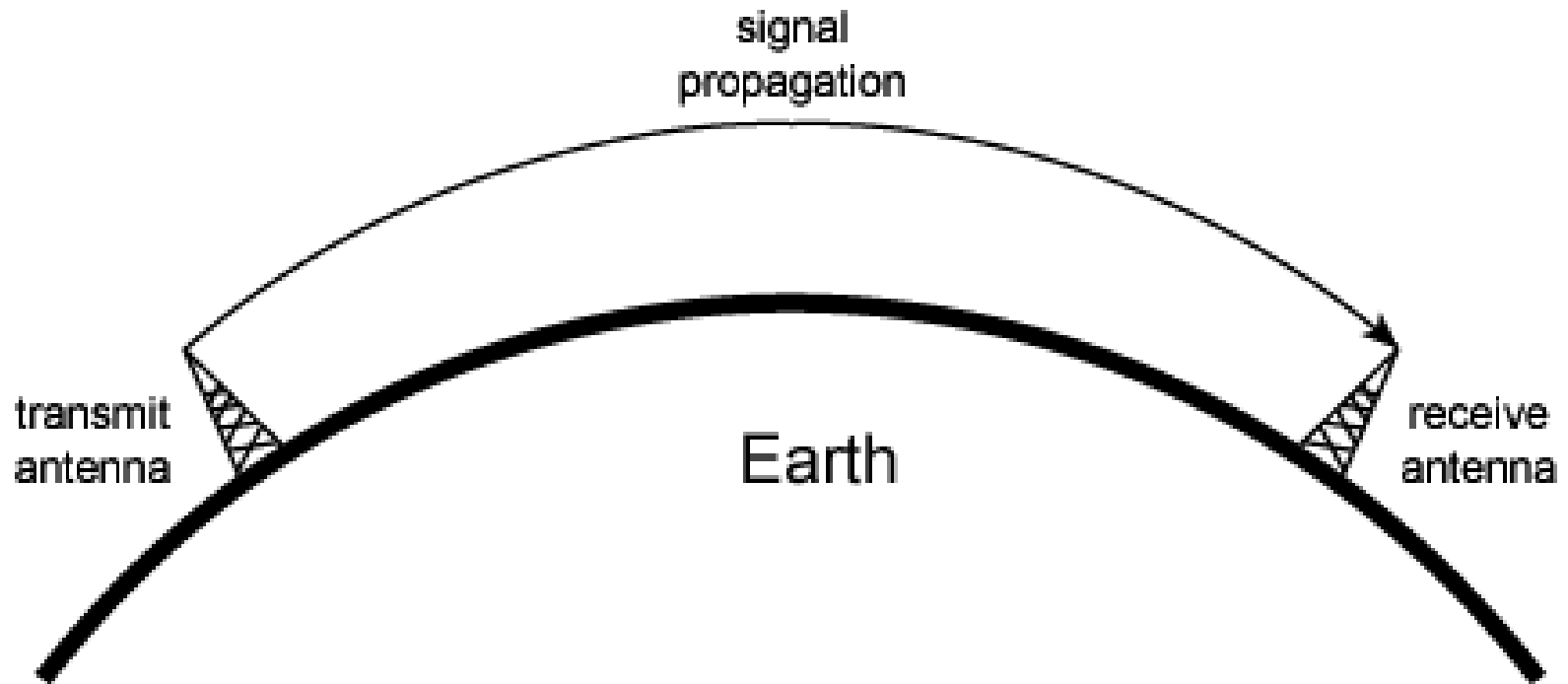
Infrared

- Modulate noncoherent infrared light
- Line of sight (or reflection)
- Dihalangi oleh dinding
- e.g. TV remote control, IRD port

Propagasi Tanpa Kabel(Wireless)

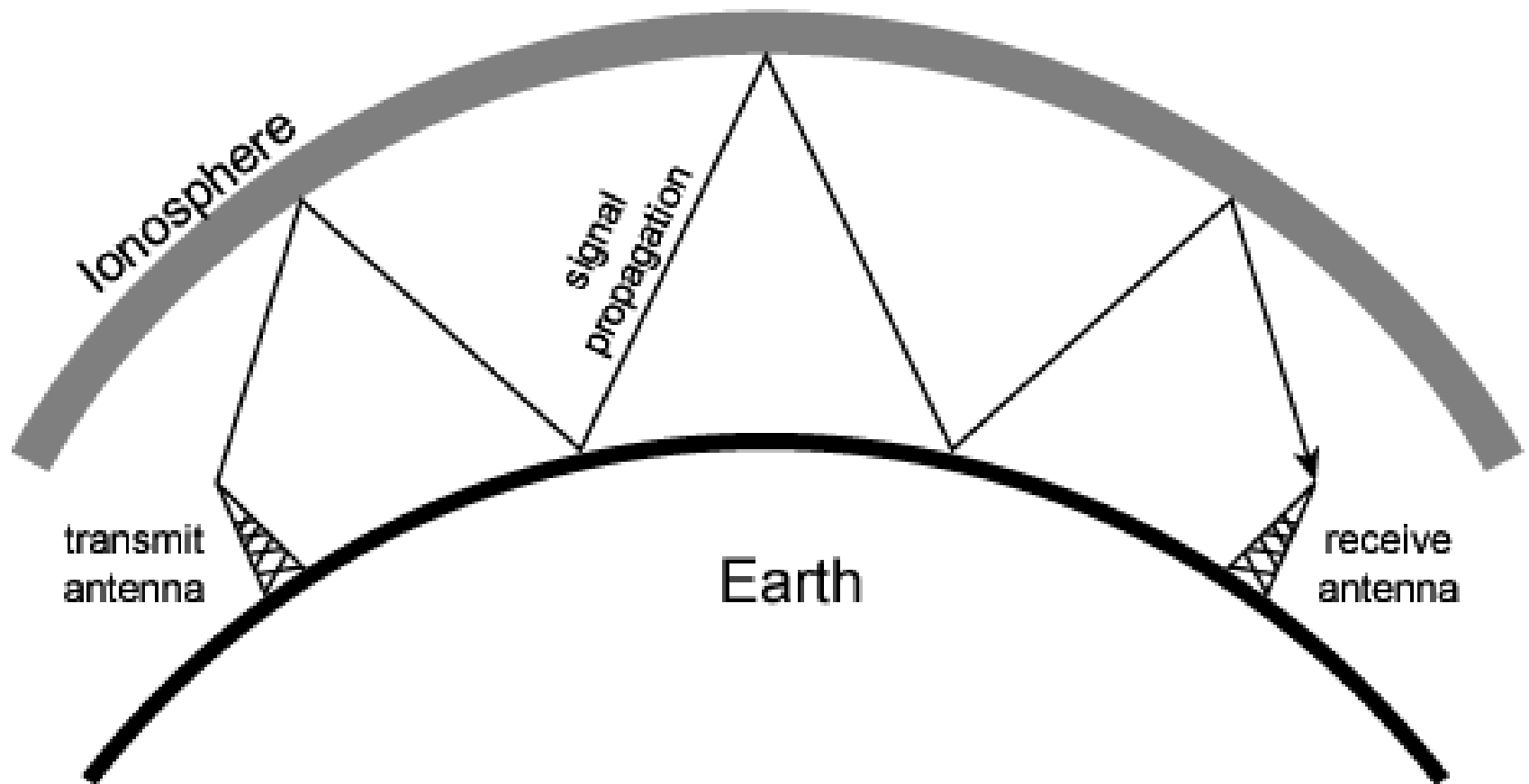
- Sinyal berjalan melalui tiga rute
 - Ground wave
 - Follows contour of earth
 - Up to 2MHz
 - AM radio
 - Sky wave
 - Amateur radio, BBC world service, Voice of America
 - Sinyal dipantulkan oleh lapisan ionosfer dari atmosfer tertinggi
 - (Actually refracted)
 - Line of sight
 - Above 30Mhz
 - May be further than optical line of sight due to refraction
 - More later...

Propagasi Gelombang Tanah



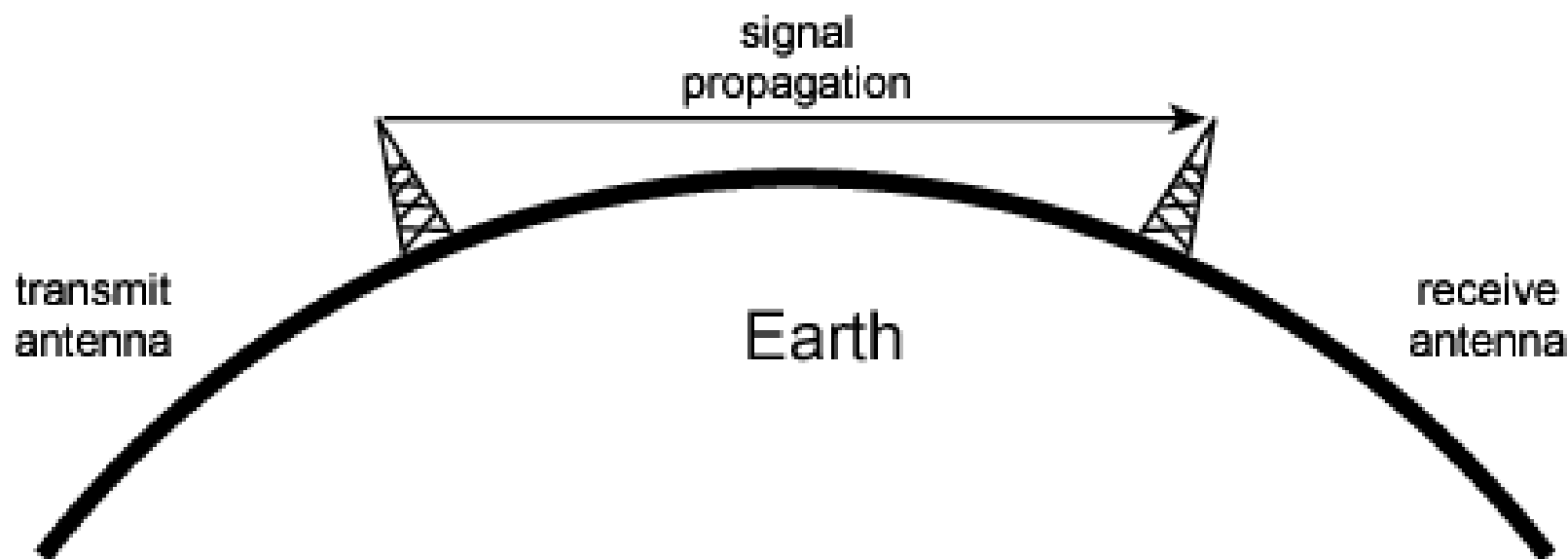
(a) Ground-wave propagation (below 2 MHz)

Propagasi gelombang langit



(b) Sky-wave propagation (2 to 30 MHz)

Line of Sight Propagation

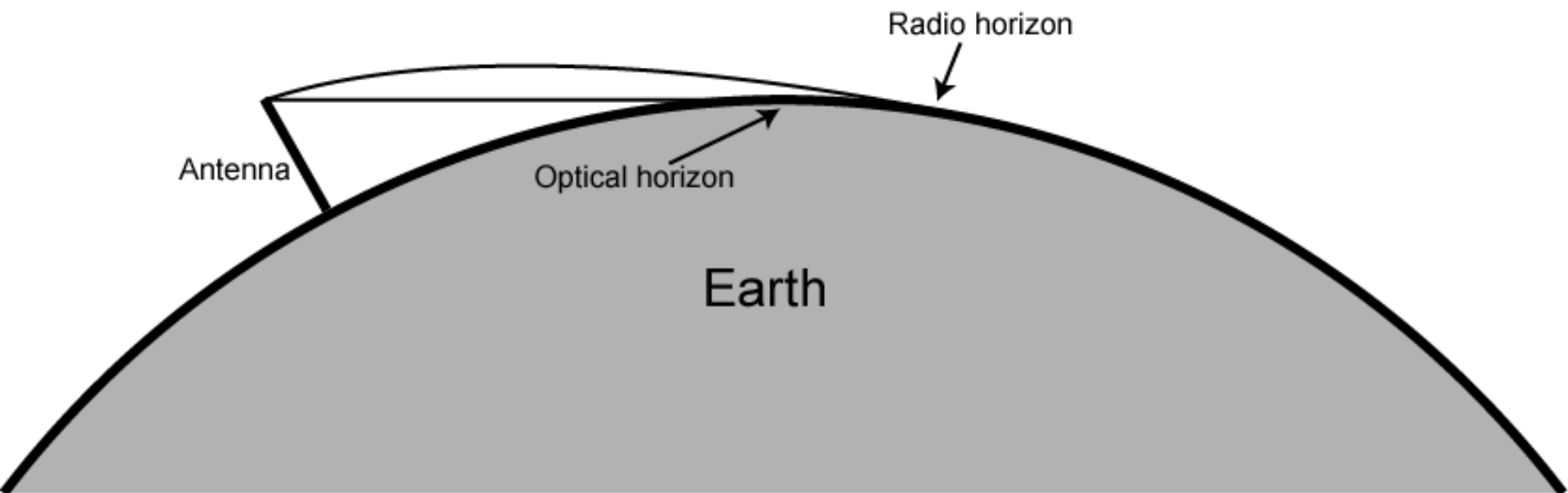


(c) Line-of-sight (LOS) propagation (above 30 MHz)

Refraction

- Velocity dari gelombang elektromagnetik adalah sebuah fungsi dari kepadatan material
 - $\sim 3 \times 10^8$ m/s in vacuum, less in anything else
- Sebagai gelombang bergerak dari satu medium ke lainnya, kecepatannya berubah
 - Menyebabkan pembengkokkan arah gelombang
 - Ke arah medium yang lebih padat
- Index of refraction (refractive index) adalah
- $\sin(\text{sudut datang})/\sin(\text{sudut bias})$
 - Varies with wavelength
- Mungkin menyebabkan perubahan arah mendadak pada transisi antara media
- Kepadatan atmosfer berkurang dengan ketinggian
 - Menyebabkan pembengkokkan ke arah bumi dari gelombang radio

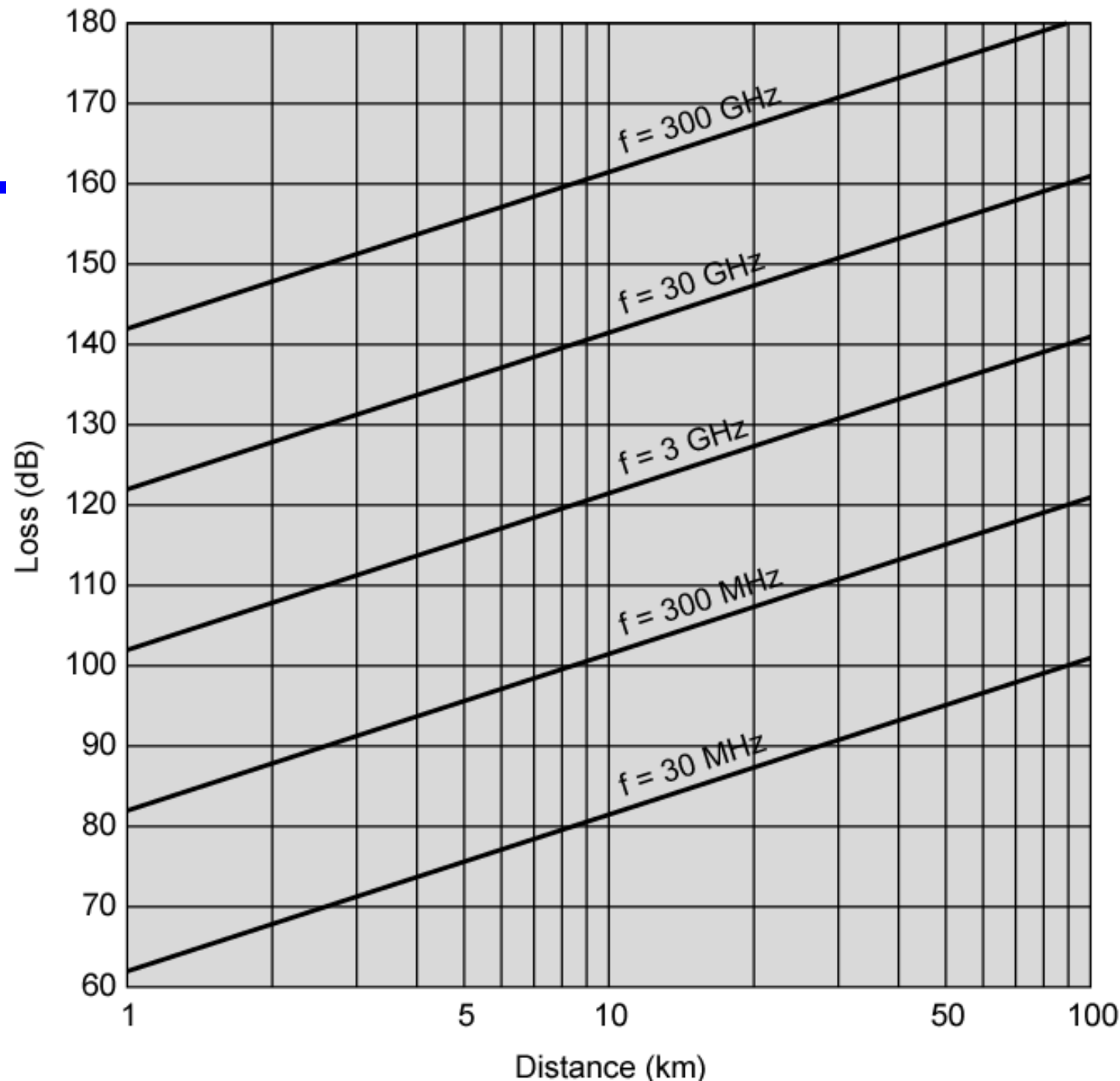
Optical and Radio Horizons



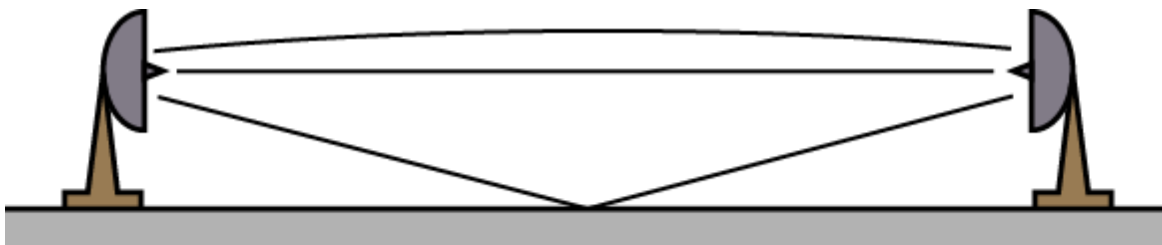
Line of Sight Transmission

- Free space loss
 - Sinyal membubarkan dengan jarak
 - Lebih baik untuk frekuensi yg lebih rendah (panjang gelombang lebih panjang)
- Penyerapan oleh atmosfer
 - Uap air dan oksigen menyerap sinyal radio
 - Water greatest at 22GHz, less below 15GHz
 - Oxygen greater at 60GHz, less below 30GHz
 - Hujan dan kabut menghamburkan gelombang radio
- Multipath
 - Lebih baik Untuk mendapatkan arah garis jika mungkin
 - Sinyal dapat dipantulkan yg menyebabkan berbagai salinan untuk diterima
 - Mungkin tidak semua sinyal dapat dipantulkan
 - Mungkin menguatkan atau membatalkan sinyal langsung
- Pembiasan
 - Mengakibatkan sebagian atau total hilangnya sinyal pada penerima

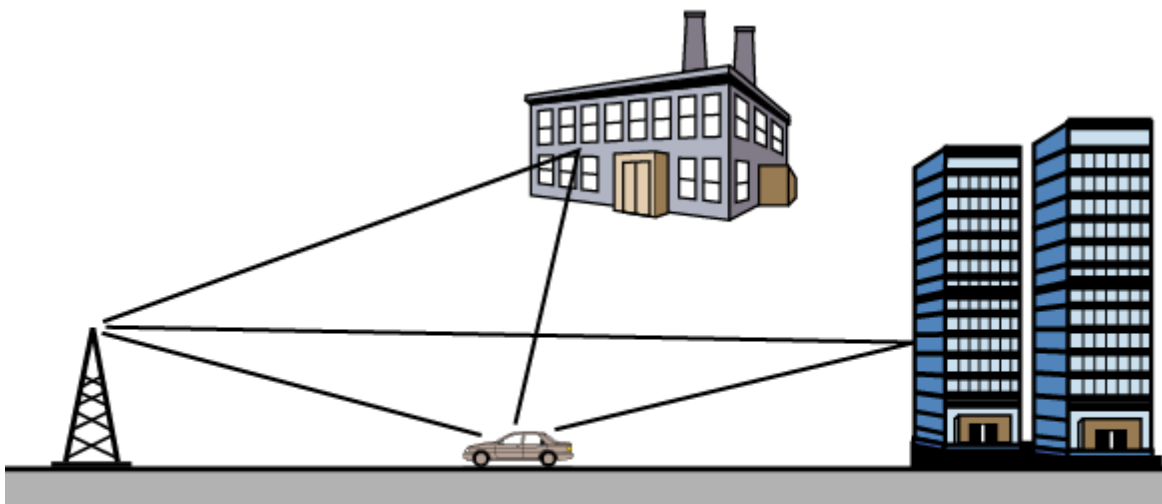
Free Space Loss



Multipath Interference



(a) Microwave line of sight



(b) Mobile radio

Required Reading

- Stallings Chapter 4