

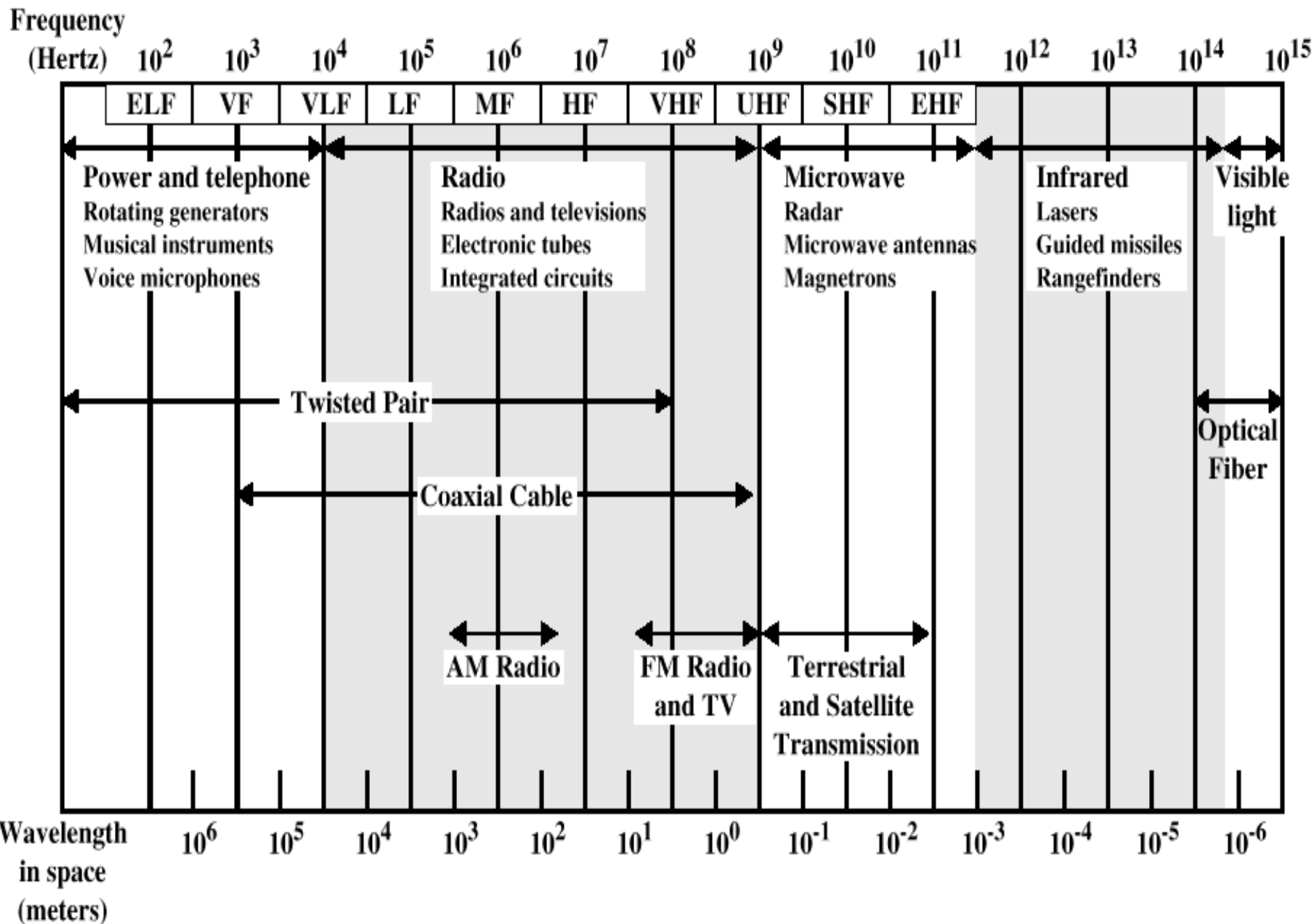
Pengenalan Teknik Telekomunikasi

Modul : 06
Media Transmisi

Faculty of Electrical Engineering
BANDUNG, 2015

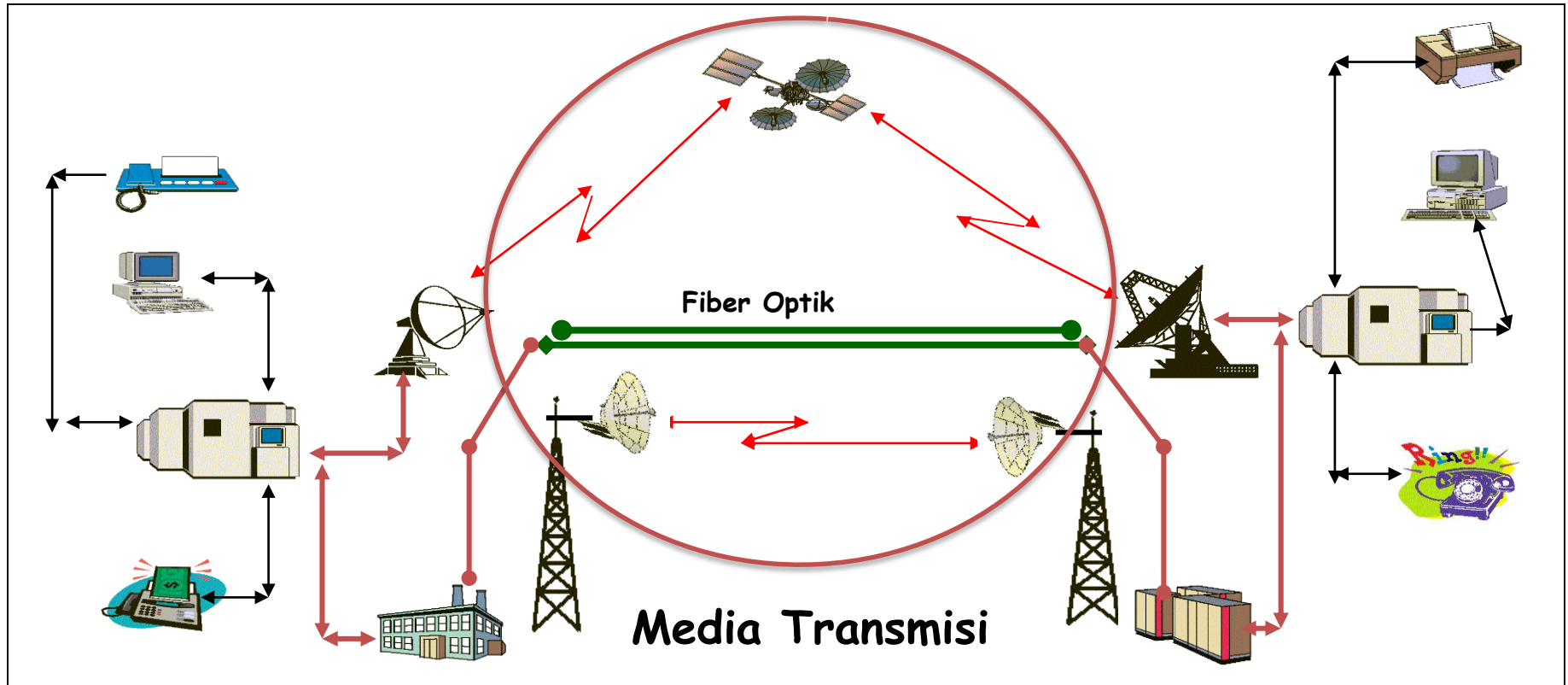
Transmisi

- Merupakan suatu proses pengiriman atau pemindahan informasi antar satu titik ke titik lainnya dalam suatu sistem atau jaringan telekomunikasi yang dibatasi oleh suatu jarak end-to-end sangat jauh
- Jaringan telekomunikasi → menghubungi pelanggan dengan sentral atau sentral dengan sentral.
- Jaringan komputer → menghubungi komputer dengan komputer, atau komputer dengan perangkat komunikasi data lain seperti hub, switch, router atau bridge.



Konfigurasi Sistem Transmisi

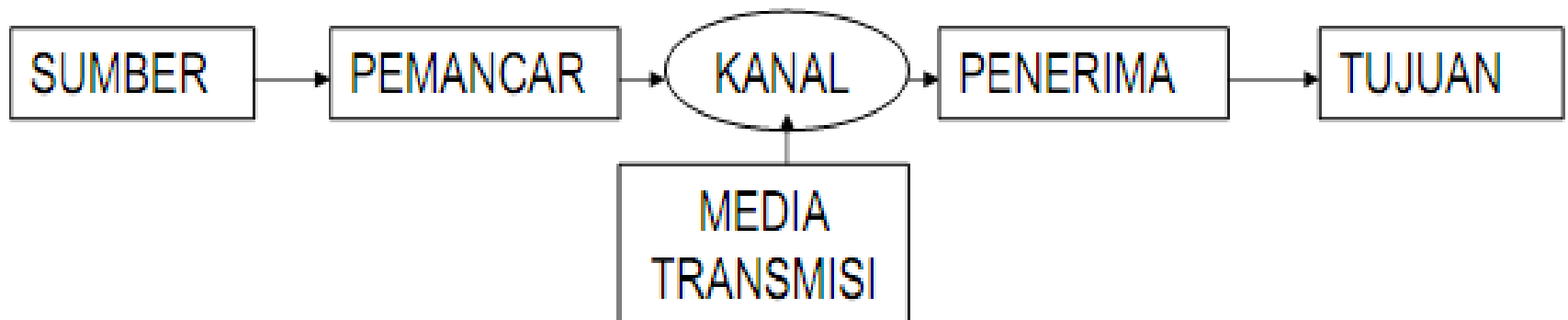
📖 Sistem Transmisi berfungsi untuk menyalurkan paket informasi baik suara, gambar maupun data , dari suatu titik ke titik lain dalam suatu jaringan telekomunikasi



MEDIA TRANSMISI FISIK

MEDIA TRANSMISI :

alat penyampai informasi dari sumber informasi (komunikator) ke penerima informasi (komunikan)



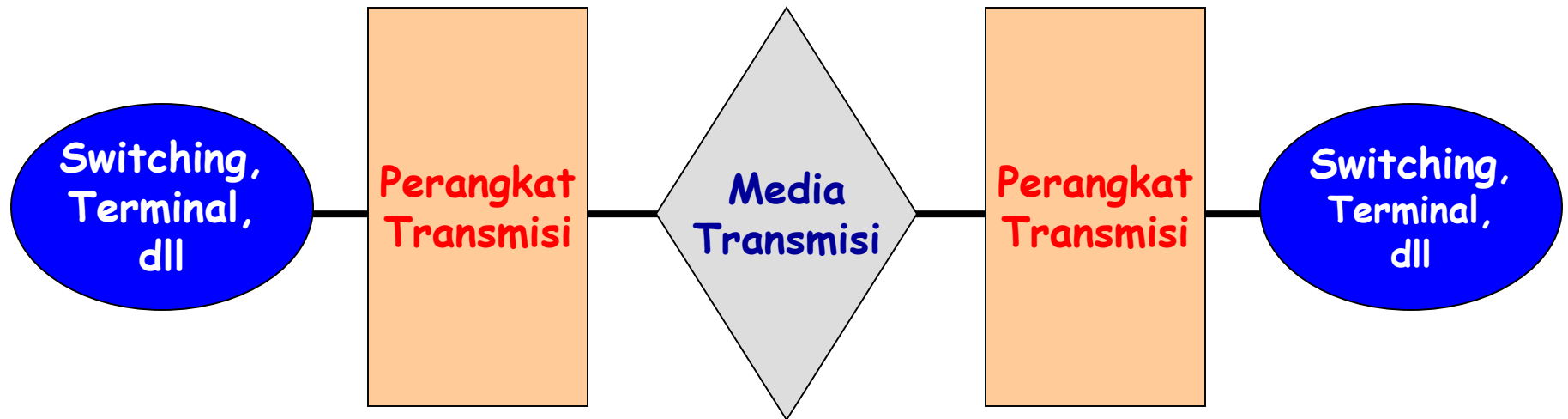
Blok Diagram Komunikasi Jarak Jauh

Media Jaringan Akses dan Transport

JARINGAN



Sub-Sistem Transmisi



Jenis Media Transmisi

Media Phisik

 **Kawat tanpa pelindung**

 **Kawat berpelindung**

 **Pair Cable**

 **Coaxial Cable**

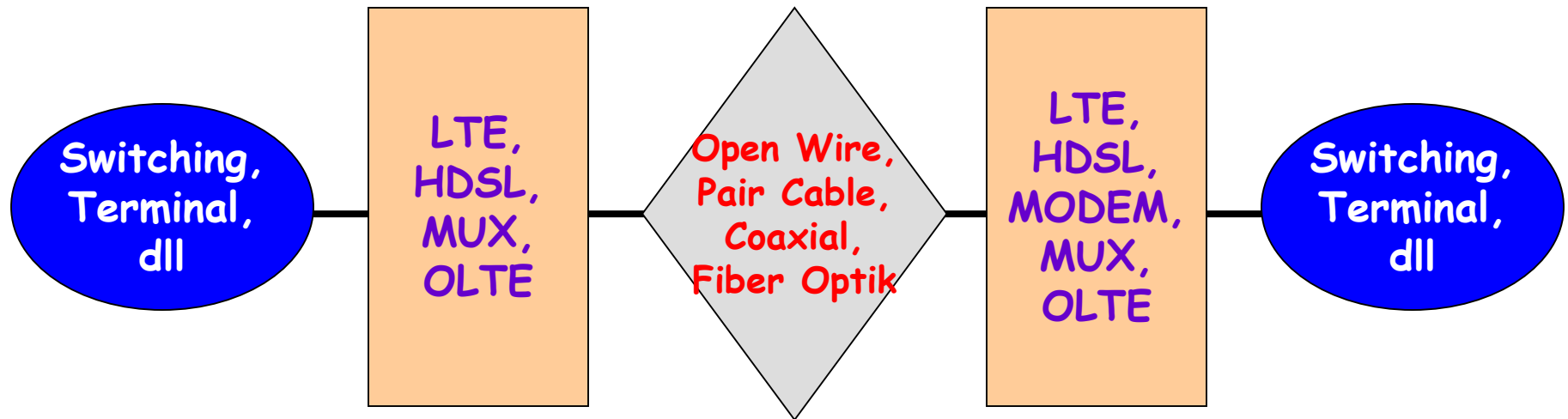
 **Serat Optik**

Media Non Phisik

 **Radio**

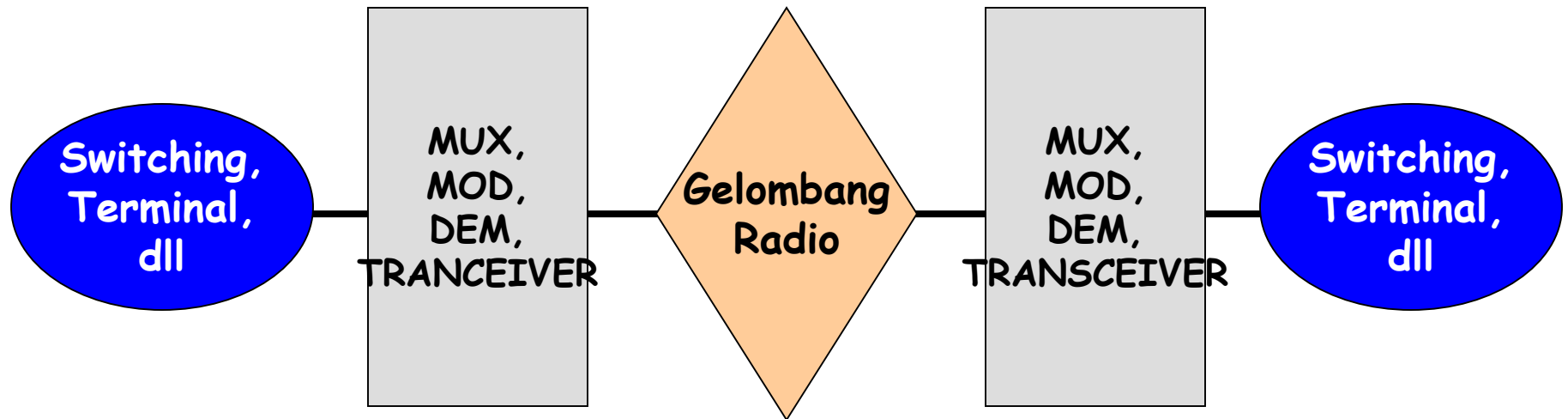
 **Satelit**

Konfigurasi Media Fisik



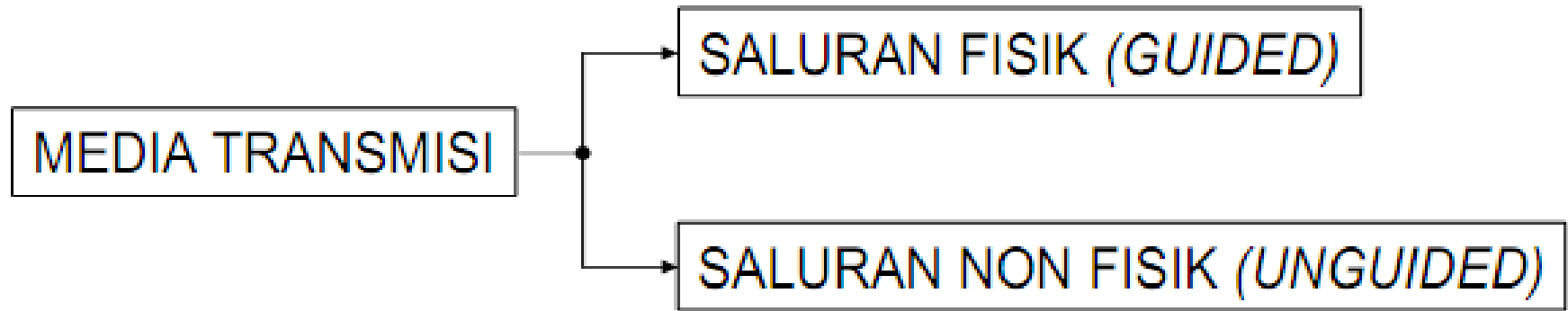
- LTE = Line Terminal Equipment
- HDSL = High bit rate Digital Subscriber Line
- MUX = Multiplex
- OLTE = Optical Line Terminal Equipment

Konfigurasi Media Non Fisik



- **MUX = Multiplex**
- **MOD = Modulator**
- **DEM = Demodulator**
- **TRANSCIVER = Transmitter - Receiver**

Berdasarkan Bentuk fisik, dikenal 2 macam media transmisi :



Saluran Fisik : dapat dilihat dan diraba keberadaannya.

Disebut juga media *guided*, karena ada yang mengarahkan, dalam hal ini kabel. Media dengan saluran atau jaringan kabel dinamakan wireline

Saluran Non Fisik : tidak dapat dilihat dan diraba keberadaannya.

Disebut juga media *unguided*, karena tidak ada yang mengarahkan.

Biasanya berupa media udara.

Gelombang yang digunakan adalah gelombang radio (frekuensi lebih tinggi dari media fisik).

Media dengan saluran non fisik dinamakan wireless

JARINGAN FISIK

BENTUK FISIK

JARINGAN ATAS TANAH

- OPEN WIRE
- ISOLATED CABLE
- OPTICAL FIBER

JARINGAN BAWAH TANAH

- TANAM LANGSUNG
- KABEL DUCT
- KABEL LAUT

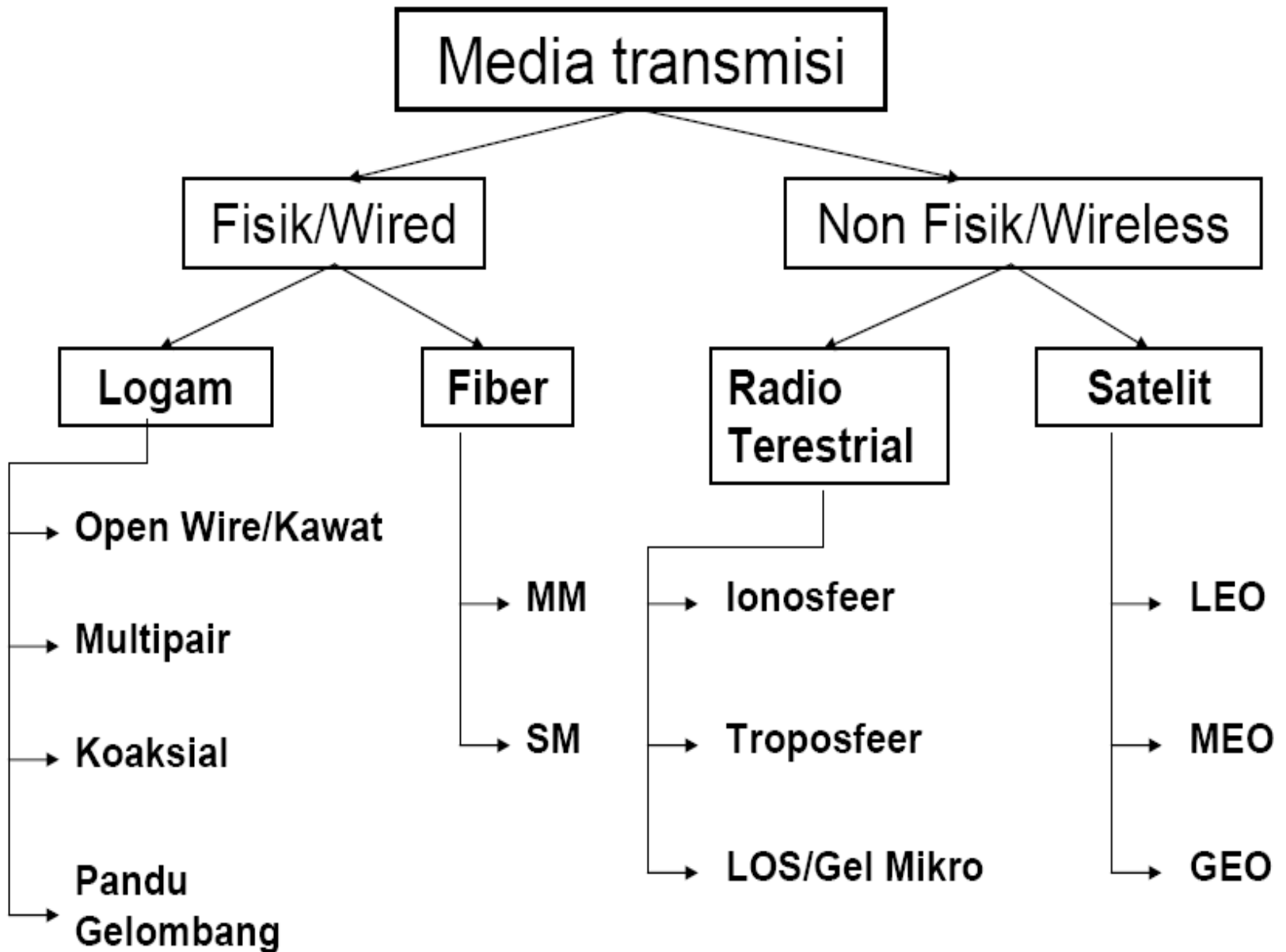
Jaringan atas tanah :

➤ Jaringan yang dipasang di atas tanah, dengan cara digantung pada ketinggian tertentu menggunakan tiang-tiang telepon, atau media penggantung yang lain.

Jaringan bawah tanah :

➤ Jaringan yang ditanam dibawah permukaan tanah.

➤ Memerlukan mutu isolasi lebih baik, tahan air, tahan kelembaban.



Tipe-tipe Media Transmisi

- Guided transmission media
 - Kabel tembaga
 - Open Wires
 - Coaxial
 - Twisted Pair
 - Kabel serat optik
- Unguided transmission media
 - infra merah
 - gelombang radio
 - microwave: terrestrial maupun satellite

Kabel Tembaga

- Paling lama dan sudah biasa digunakan
- Kelemahan: redaman tinggi dan sensitif terhadap interferensi
- Redaman pada suatu kabel tembaga akan meningkat bila frekuensi dinaikkan
- Kecepatan rambat sinyal di dalam kabel tembaga mendekati 200.000 km/detik
- Tiga jenis kabel tembaga yang biasa digunakan:
 - Open wire
 - Coaxial
 - Twisted Pair

Media Transmisi



Coaxial



Fiber Optic



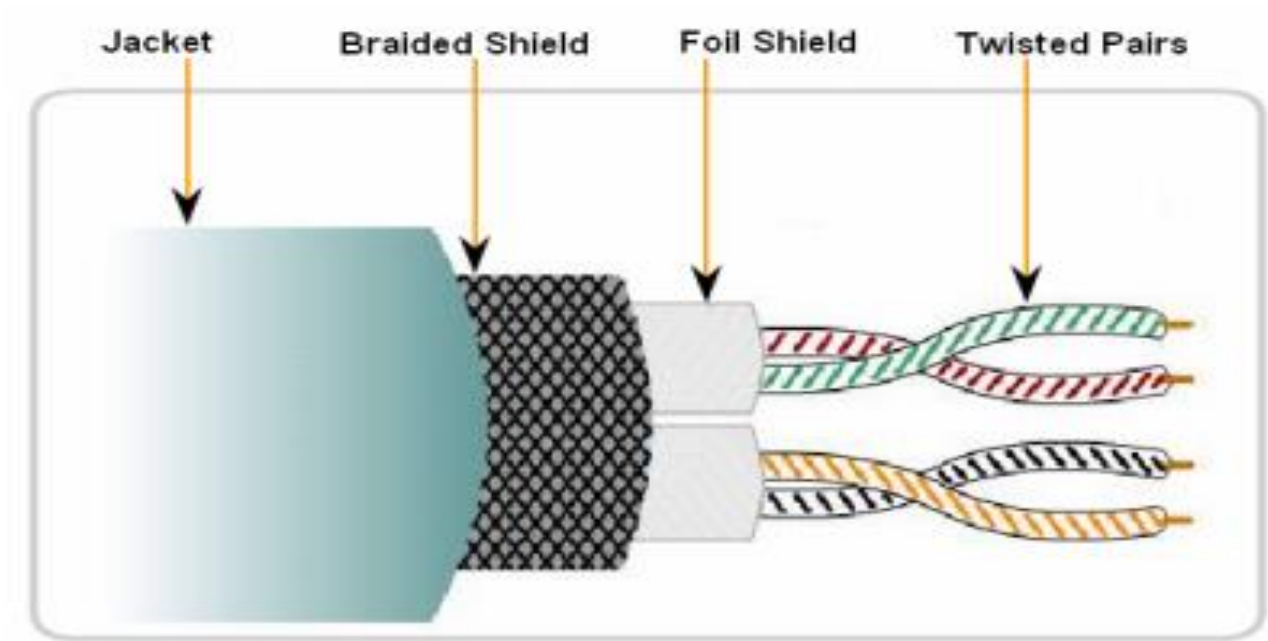
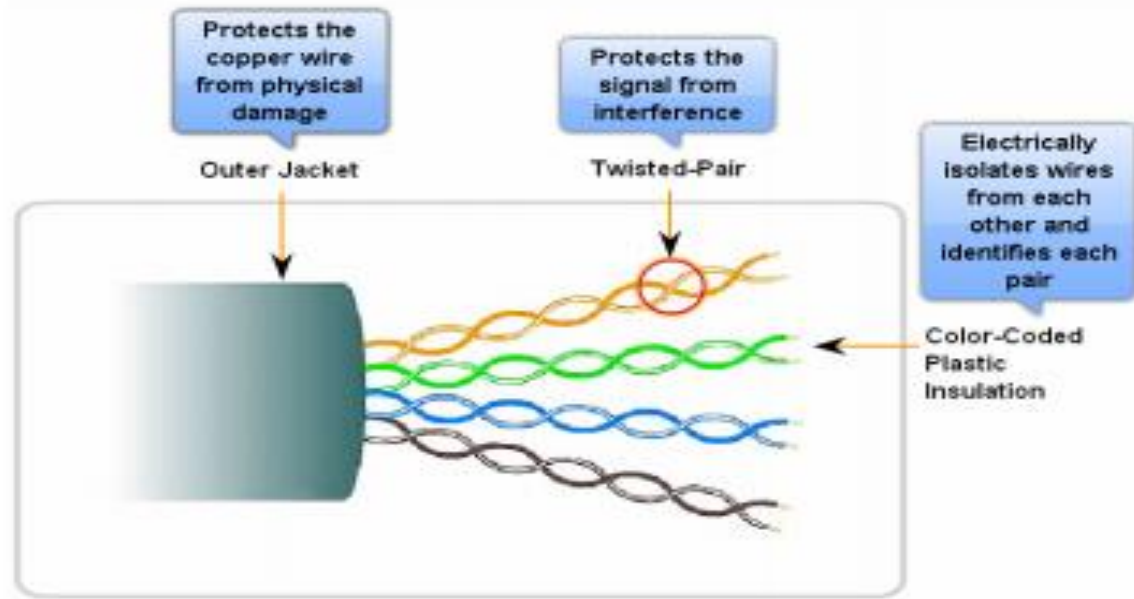
Unshielded Twisted Pair

Twisted Pair

Kabel twisted pair memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Paling murah dan paling banyak digunakan
- Panjang pilinan 5-15 cm, ketebalan 0,4 - 0,9 mm
- Laju data 64 kbps untuk PBX digital, 4 Mbps untuk aplikasi jarak jauh, 10 Mbps untuk LAN (jarak 1 km), 100 Mbps-1 Gbps untuk jumlah terminal terbatas (jarak puluhan meter)
- Jarak amplifier 5-6 km untuk sinyal analog, jarak repeater 2-3 km untuk transmisi digital
- Redaman sangat sensitif terhadap kenaikan frekuensi

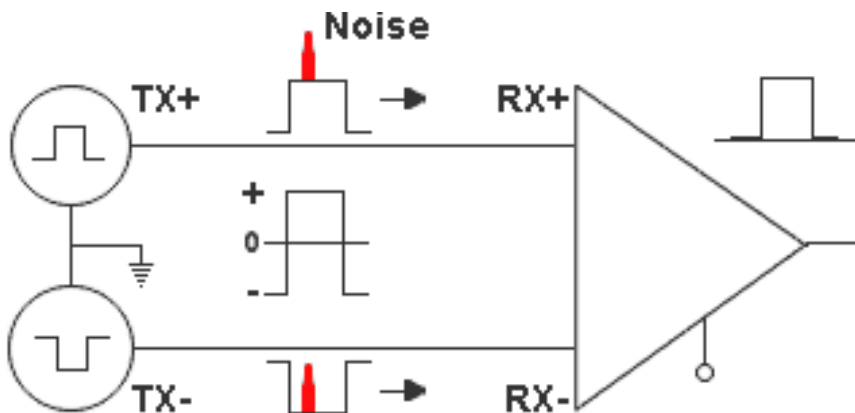
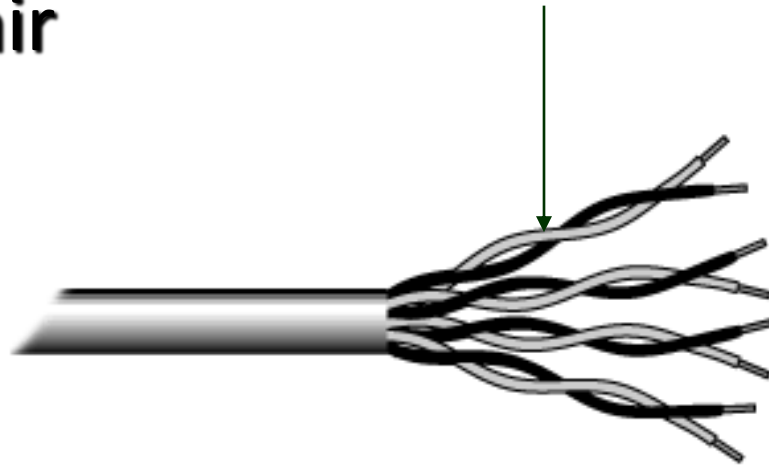
- Terdapat dua jenis twisted pair yang sering digunakan pada jaringan, yaitu UTP (Unshielded Twisted Pair) dan STP (Shielded Twisted Pair).
- Unshielded → merupakan kawat telepon biasa, tipe 100-ohm banyak dijumpai di gedung perkantoran.
- Shielded → memiliki kinerja lebih baik pada laju data yang tinggi, twisted pair dilindungi oleh logam untuk mengurangi interferensi.
- Kabel STP memang lebih baik dari UTP, tetapi lebih mahal.



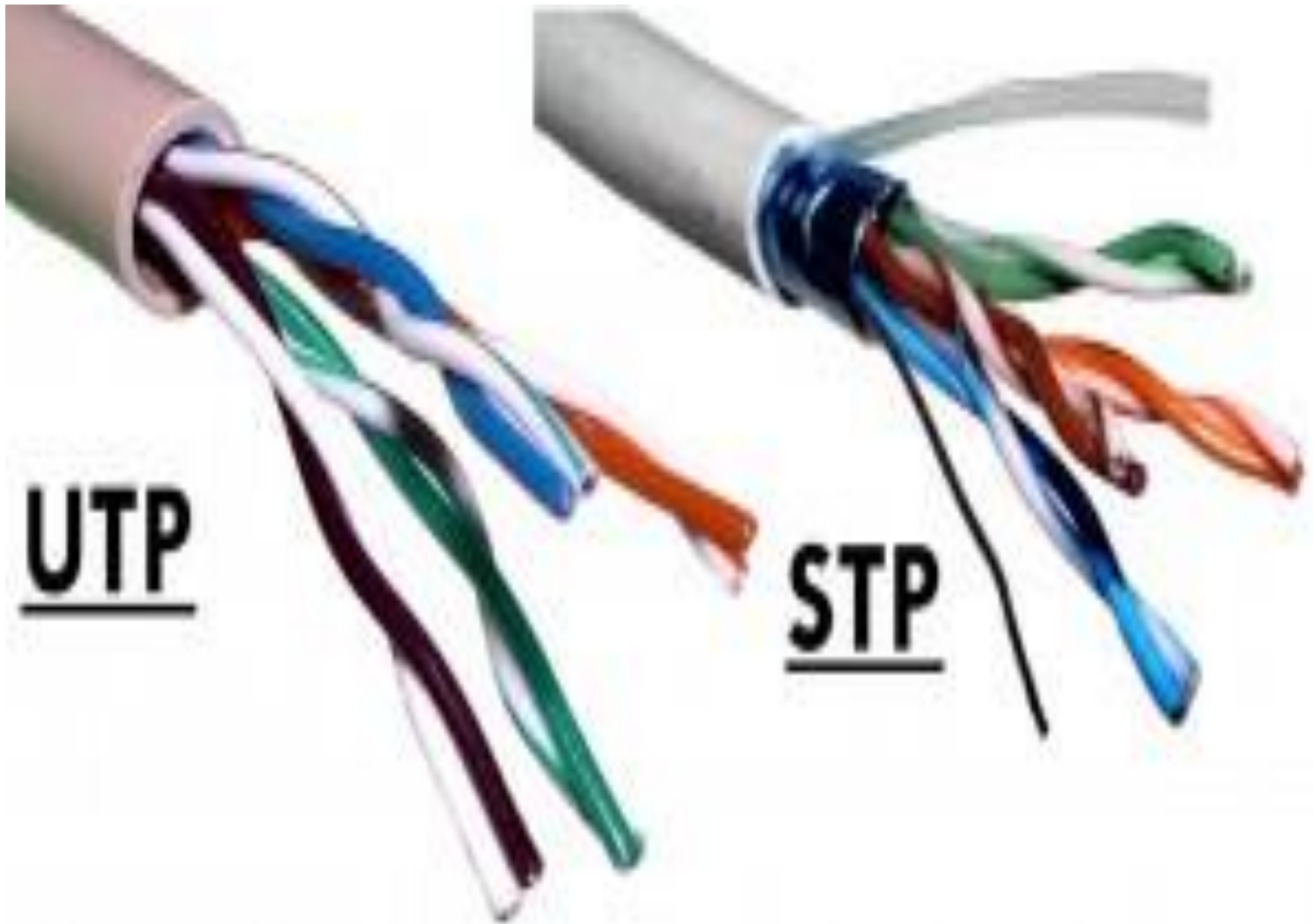
➤ **Twisted pair**

Kabel dipilin untuk mengeliminasi crosstalk

➤ Twisted pair

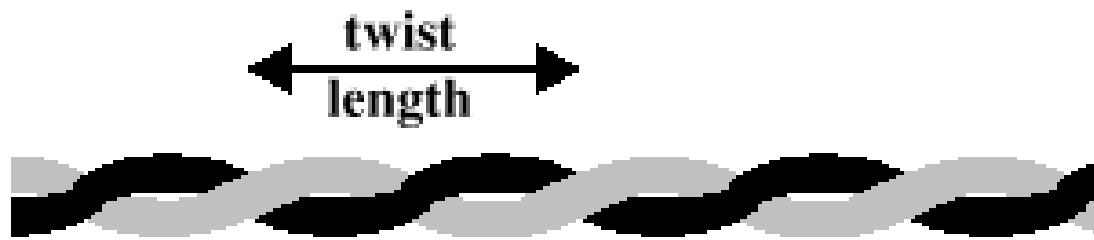


Menggunakan “balance signaling” untuk mengeliminasi pengaruh interferensi (noise)



UTP

STP

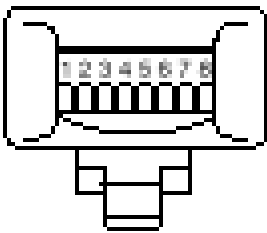


- *Twist length* kabel telepon: 5-15 cm
- Twist length *Cat-3 UTP* : 7.5-10cm
- Twist length *Cat-5* : 2-4 cm
- Pada suatu bundel twisted pair (lebih dari satu pasang), twist length masing-masing pasangan dibedakan untuk mencegah crosstalk antar pasangan

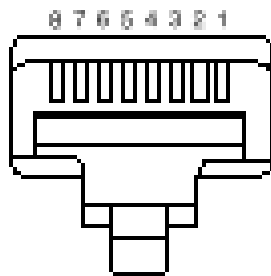
Twisted Pair Connectors

- Kabel *twisted pair* untuk komputer menggunakan konektor RJ45 (8 pin)
- Kabel *twisted pair* untuk telepon menggunakan konektor RJ11

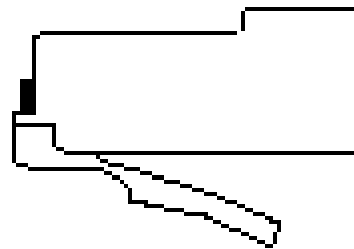
Rear View



Front View

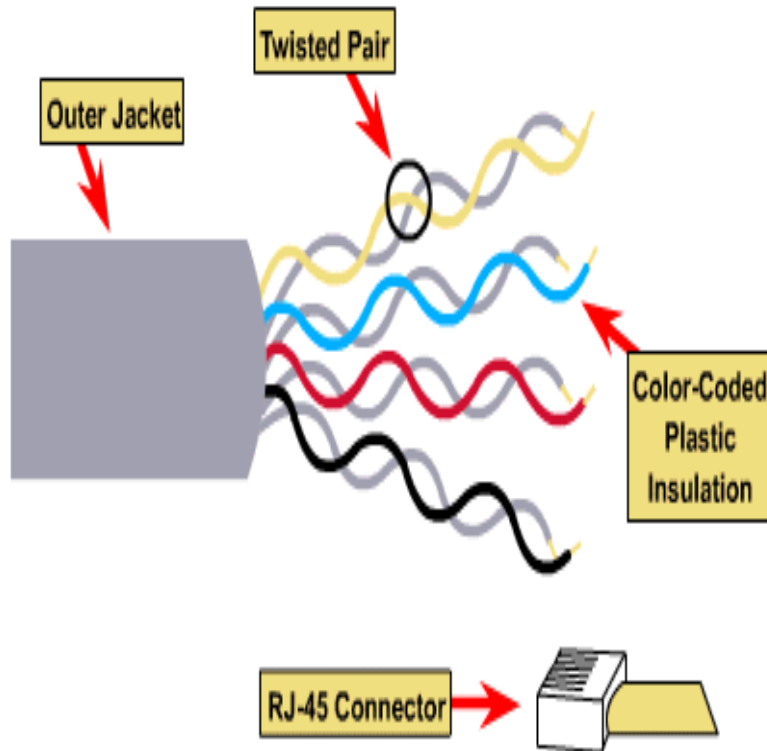


Side View



Unshielded Twisted Pair (UTP)

Unshielded Twisted Pair (UTP)

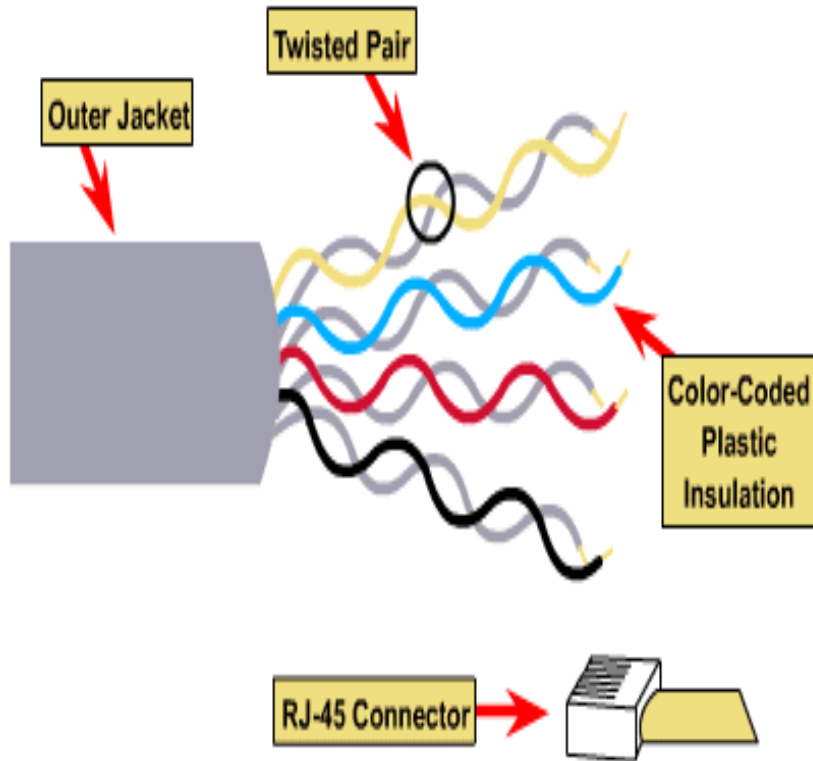


- Sangat terganggu pada interferensi elektromagnetik
- Penggunaan RJ45 konektor
- Terdapat 4 pasang kabel
- Resistance = 100 ohms

-
- ◆ Speed and throughput: 10 - 100 Mbps
 - ◆ Average \$ per node: Least Expensive
 - ◆ Media and connector size: Small
 - ◆ Maximum cable length: 100m (short)

Unshielded Twisted Pair (UTP)

Unshielded Twisted Pair (UTP)



- ◆ Speed and throughput: 10 - 100 Mbps
- ◆ Average \$ per node: Least Expensive
- ◆ Media and connector size: Small
- ◆ Maximum cable length: 100m (short)

Keuntungan

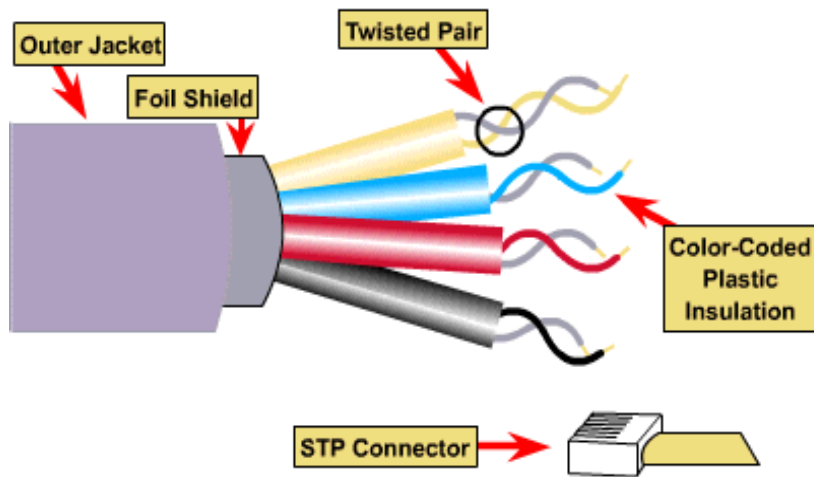
- Mudah dalam instalasi
- Lebih murah
- Ukuran kabel kecil

Kerugian

- Jarak maksimal lebih kecil
- Tidak tahan interferensi

Shielded Twisted Pair (STP)

Shielded Twisted Pair (STP)



- Lebih tahan terhadap interferensi dan gelombang elektromagnetik
- Lebih mahal

- ◆ Speed and throughput: 10 - 100 Mbps
- ◆ Average \$ per node: Moderately Expensive
- ◆ Media and connector size: Medium to Large
- ◆ Maximum cable length: 100m (short)

Open Wire/Kawat

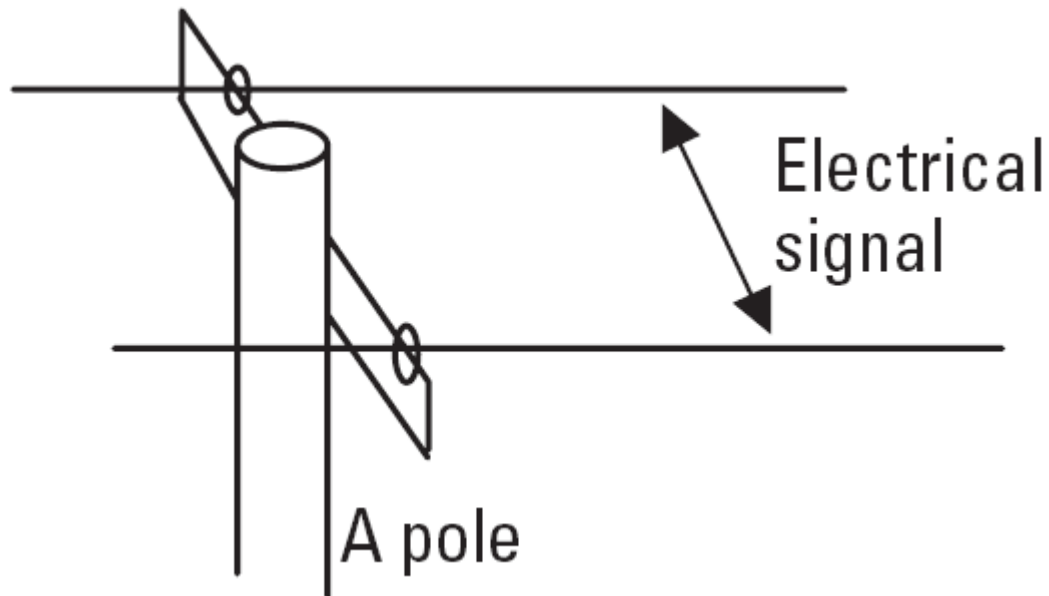
- Konduktor tidak dilindungi/dibungkus isolator
- Bahan konduktor :
 - Tembaga
 - Seng
 - Aluminium
 - Tembaga + seng
- Hub :
 - Sentral – plg
 - Antar sentral
 - Antar kota

1. OPEN WIRE

- Berupa kawat tanpa pembungkus
 - Digunakan untuk saluran penghubung antara pesawat telepon pelanggan dengan sentral telepon, terutama di kota kecil yg pelanggannya msh sedikit.
 - Saluran openwire ini juga masih digunakan sebagai saluran penghubung antara kota kecamatan dan ibukota Kabupaten.
-
- Biasa digunakan untuk distribusi listrik
 - Tidak punya perlindungan terhadap gangguan noise, pada komunikasi data
 - Hanya dapat digunakan untuk komunikasi data bila jaraknya kurang dari 20 ft.(6,1 m)

➤ Open wire

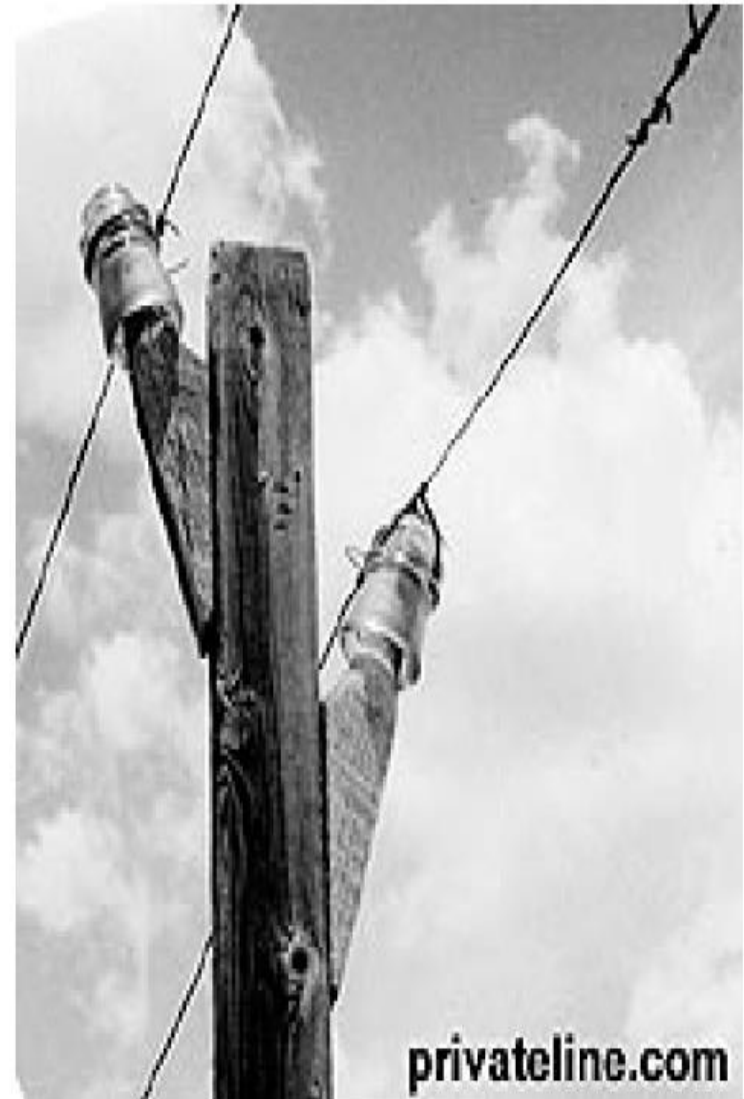
- Sudah jarang digunakan
- Kelemahan:
 - Terpengaruh kondisi cuaca dan lingkungan
 - Kapasitas terbatas (hanya sekitar 12 kanal voice)



Open Wire/Kawat

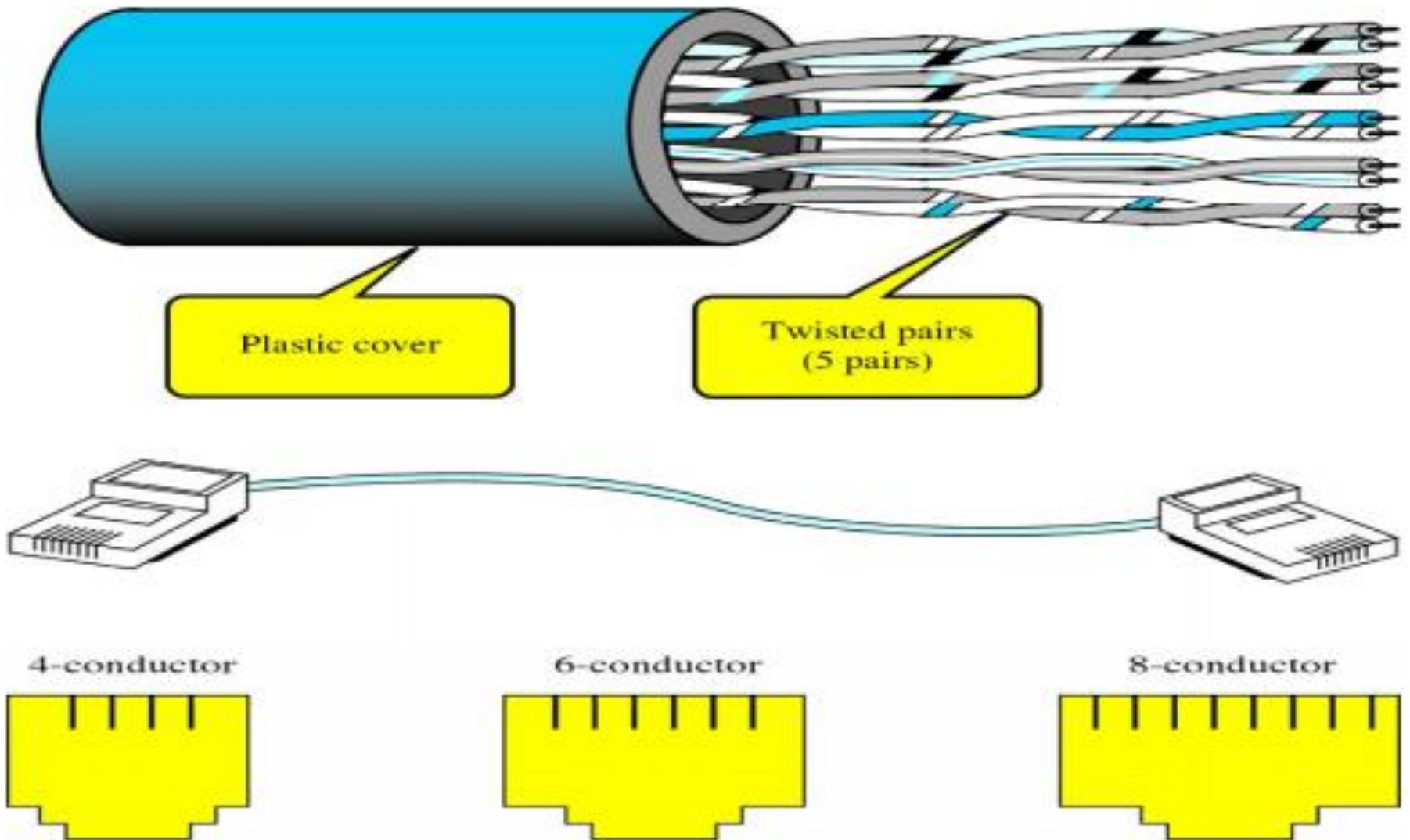
- Penggunaan :
 - Telegrap
 - Voice
 - Pembawa :
 - Z3F → 1 pasang utk 3 kanal Voice
 - Z12 F → 1 pasang kawat utk 12 kanal voice

Open Wire/Kawat



2. ISOLATED CABLE

- Berupa kumpulan urat-urat kabel tembaga (metal) yang terbungkus dengan bahan isolator, tersusun dalam unit pasangan (*pair unit*) atau unit dua pasangan (*unit quad*) yang terdapat dalam satu selubung kabel.
- Dipakai sebagai saluran penghubung antara pesawat telepon/fax/telex pelanggan ke sentral telepon.
- Kabel isolated ini dipasang dengan cara digantung pada tiang telepon, disebut juga kabel gantung (*overhead cable*) atau *Drop wire*.
- Pemberian bahan isolasi pada kabel dimaksudkan untuk menghindarkan kabel dari korosi (karat), petir, gangguan listrik.
- Sebuah *drop wire*, tersusun atas lima macam kode warna, yaitu :
 - a. Biru - merah
 - b. kuning - putih
 - c. hijau - putih
 - d. coklat - putih
 - e. hitam - merah



KOMPOSISI ISOLATED CABLE DENGAN BEBERAPA UNIT PAIR

Multipair

- Konduktor dilindungi isolator, lebih dari satu pasang konduktor (10 s/d ratusan) dibungkus menjadi satu kesatuan.
- Hub :
 - Sentral – plg
 - Antar sentral
- Penggunaan :
 - Telegrap
 - Voice
 - Pembawa :
 - Pair gain (2 s/d 12 kanal voice)
 - E1 (30 kanal voice)

COAXIAL

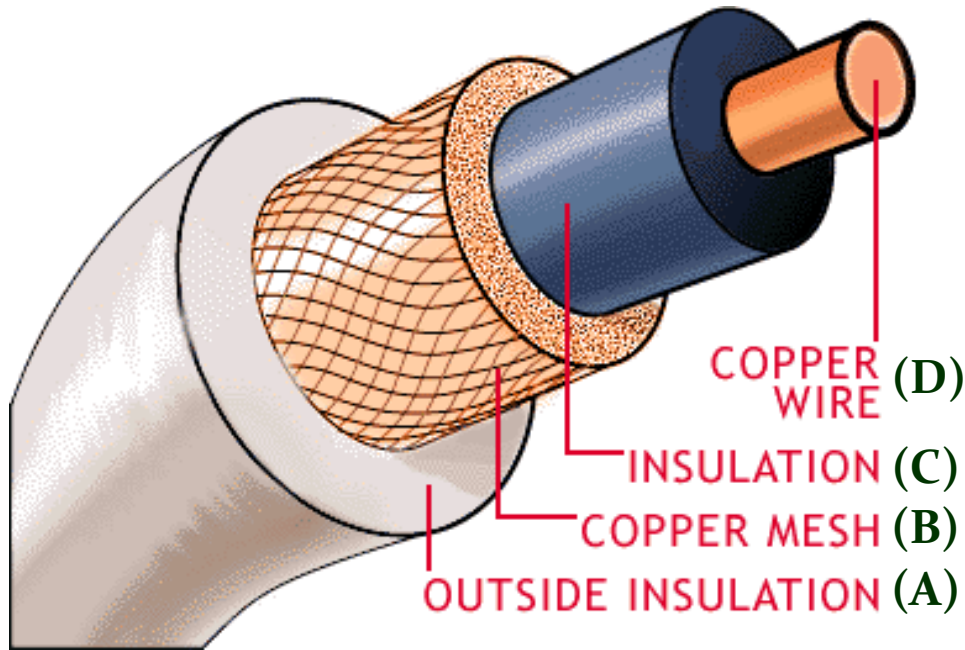
Karakteristik :

- Terdiri dari 2 konduktor dengan konstruksi yang berbeda dengan twisted pair
- Konduktor dalam ditahan oleh beberapa cincin insulasi atau bahan dielektrik padat, konduktor luar ditutup dengan jaket
- Diameter 1-2,5 cm, kapasitas 10.000 kanal suara
- Spektrum dapat mencapai 500 MHz
- Laju data ratusan Mbps untuk jarak 1 km
- Jarak antar repeater 1 km
- Aplikasi: distribusi TV, SLJJ, LAN
- Lebih tahan terhadap interferensi dan crosstalk dibanding twisted pair, jarak jangkauan lebih jauh

Koaksial

- Konduktor dalam menjadi pusat konduktor luar, ada isolator antara konduktor dalam dan konduktor luar.
- Hub :
 - Sentral – pelanggan video/TV
 - Antar sentral
 - Antar kota
 - Tranceiver - antena
- Penggunaan :
 - Pembawa :
 - E1 (30 kanal voice)
 - Video

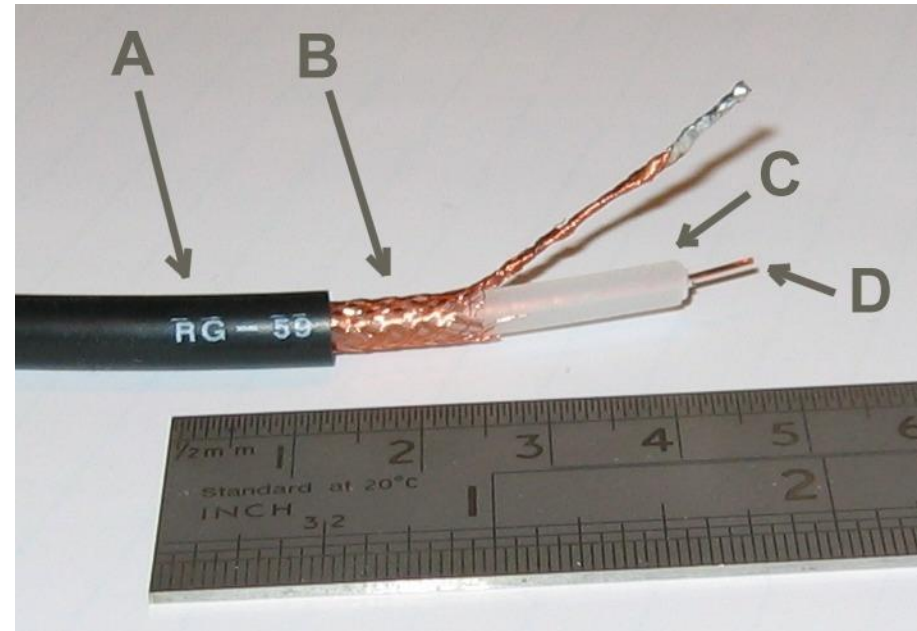
➤ Coaxial



Bandwidth tinggi dan lebih kebal terhadap interferensi
Contoh penggunaan : pada antena TV, LAN dsb.



RG58 coax and BNC Connector

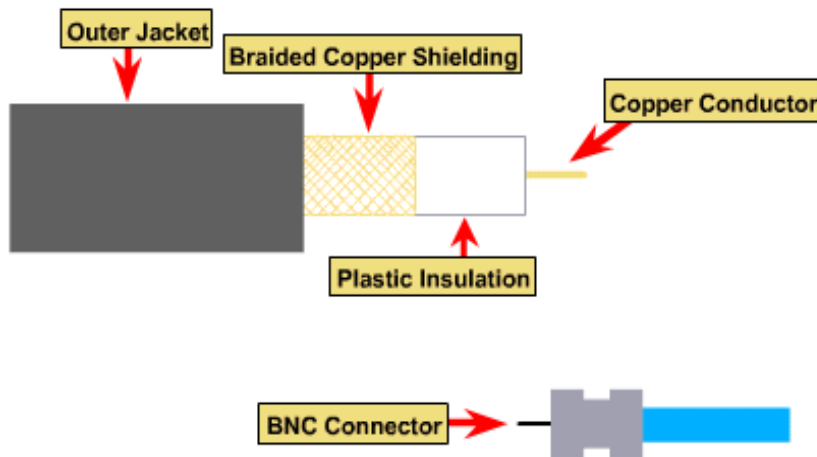


Coaxial Cable

Advantages

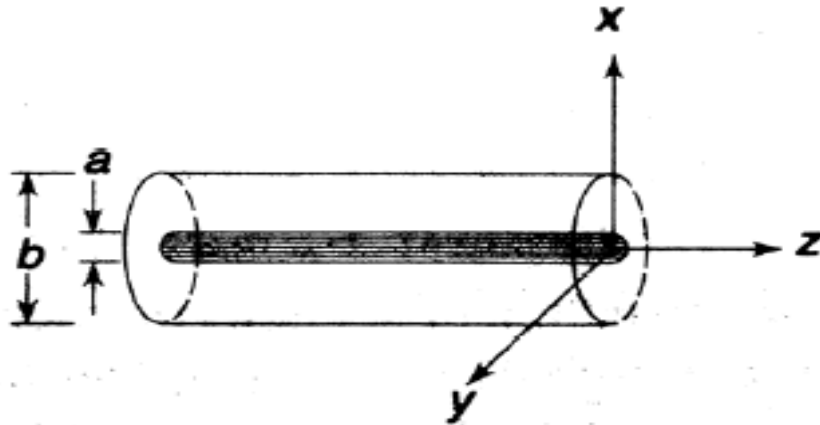
- Lebih panjang (up to 500m)
- Lebih cocok sebagai backbone
- Lebih murah daripada backbone fiber
- Lebih tahan terhadap gangguan elektromagnetik

Coaxial Cable

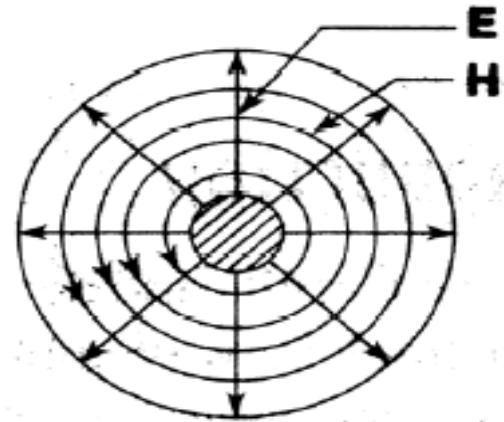


-
- ◆ Speed and throughput: 10 - 100 Mbps
 - ◆ Average \$ per node: Inexpensive
 - ◆ Media and connector size: Medium
 - ◆ Maximum cable length: 500m (medium)

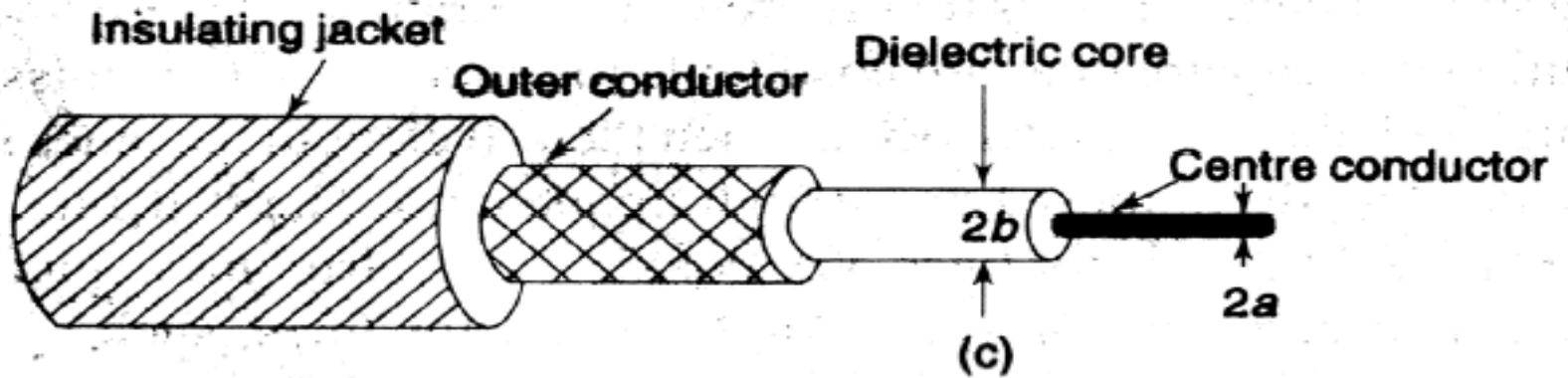
Koaksial



(a)



(b)



(c)

Coaxial Cable / Kabel Coaxial

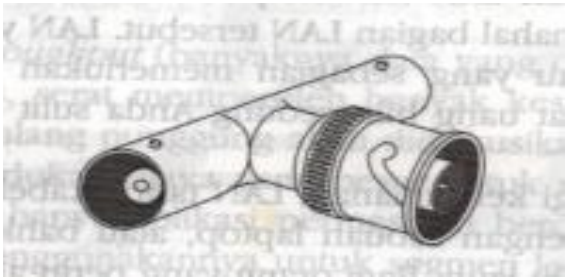
Ada dua jenis cable coaxial :

1. Digunakan untuk transmisi analog
 - Impedansi 75 Ohm
 - Contoh : kabel antena TV external

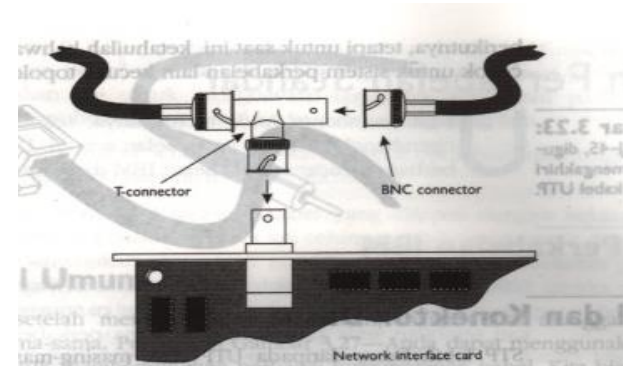
2. Digunakan untuk transmisi digital
 - Impedansi 50 Ohm
 - Contoh : kabel jaringan komputer



Konektor Kabel Coaxial



T Konektor



Pemasangan Pada LAN card

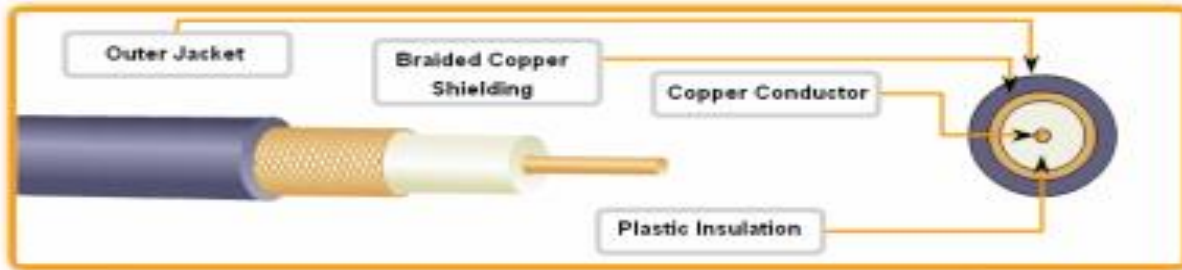


BNC Konektor

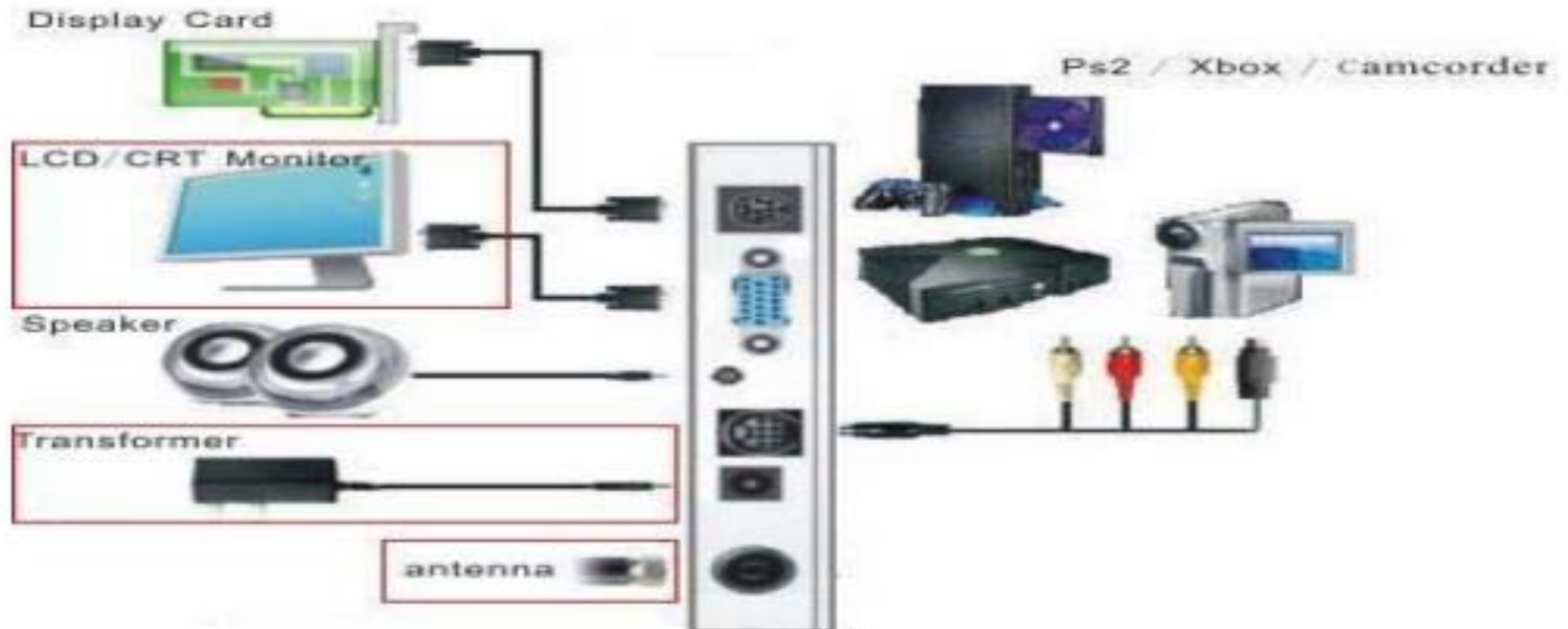


Terminator

Coaxial Cable Design



➤ Implementasi Coaxial



4. KABEL TANAM LANGSUNG

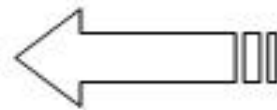
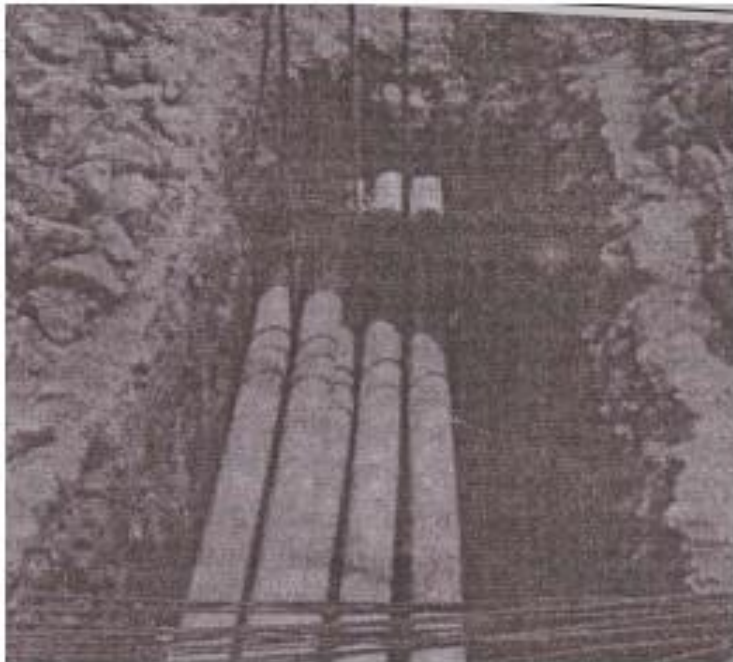
- Kabel ini terdiri dari : beberapa kawat penyalur listrik, yang masing-masing diisolir, kemudian diikat berkelompok dan dibungkus oleh selubung timah hitam (*load mantel*).
- Kabel ini direntangkan dari sentral telepon sampai lokasi pelanggan.
- Cara penanaman kabel adalah dengan menggali tanah, meletakkan langsung kabel tersebut di bawah permukaan tanah, menimbunnya kembali dengan tanah.



PROSES PENANAMAN KABEL BAWAH TANAH

5. KABEL DUCT

- Jenis kabelnya mirip dengan kabel tanam langsung.
- Cara penanamannya, dengan memasukkan kabel tersebut ke dalam pipa (*duct*), dan pipa ini ditanam di bawah tanah, kemudian di-cor beton di atasnya.
- Pipa duct ini terbuat dari pipa paralon yang tahan terhadap air dan kelembaban tanah.
- Pada jarak-jarak tertentu dibuat lubang sambung (*man-hole*) atau *hand-hole*, yang merupakan tempat penarikan kabel.
- Jarak antara dua *man-hole* sekitar 200 meter.
- *Man-hole* juga berfungsi sebagai tempat perbaikan kabel yang rusak.



Saluran Bawah Tanah Melalui Duct



Kabel DUCT :Jenis kabelnya mirip dengan kabel tanah tanam langsung. Cara penanamannya, dengan memasukkan kabel tersebut ke dalam pipa (*duct*), dan pipa ini ditanam dibawah tanah. Pipa *duct* ini terbuat dari pipa paralon yang tahan terhadap air dan juga kelembaban tanah. Pada jarak-jarak tertentu dibuat lubang sambung (*man hole*), yang merupakan tempat penarikan kabel. Jarak antara *man hole* dengan *man hole* yang lainnya adalah sekitar 200 m. Man hole juga berfungsi sebagai tempat perbaikan kabel yang rusak.

6. KABEL LAUT (SUBMARINE CABLE)

- Kabel ini ditanam / dipasang di bawah permukaan laut.
- Kabel ini memerlukan isolasi yang lebih kuat dibandingkan dengan kabel tanah.
- Kabel laut ini juga dilengkapi dengan amplifier di beberapa tempat.
- Sejak tahun 1980, Indonesia sudah menggunakan sistim kabel laut, yang menghubungkan Jakarta dengan Singapura (terbaru thn 2003 : Thailand, Indonesia, Singapura, sejauh 1.035 km untuk komunikasi SLI)
- Di Indonesia sendiri, sejak tahun 1992, diresmikan jaringan transmisi SKKL (Sistim Komunikasi Kabel Laut) yang menghubungkan Surabaya - Banjarmasin.
- Panjang kabel yang direntangkan di kedalaman 300 m bawah Laut Jawa itu adalah 385,33 km.
- Jenis kabel yang ditanam di bawah laut adalah serat optik.



a. SKKL Dunia (Global)



b. SKKL Asia (Regional)



c. SKKL Domestik



Contoh Penerapan SKKL

JARINGAN FISIK

FUNGSI PENGGUNAAN

JARINGAN LOKAL

JARINGAN JUNCTION

JARINGAN TRUNK

JARINGAN LOKAL

- Jaringan telekomunikasi yang menghubungkan sejumlah pesawat pelanggan ke sentral telepon (lokal) dalam suatu wilayah kota.

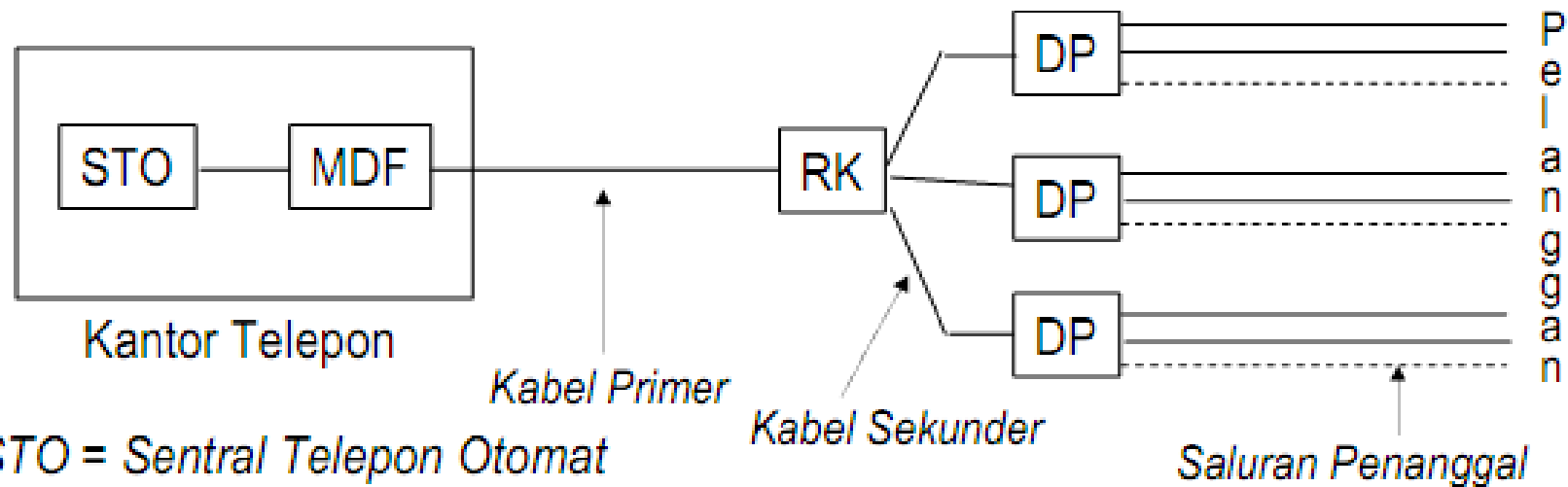
JARINGAN JUNCTION

- Jaringan telekomunikasi yang menghubungkan sentral satu dengan sentral yang lain dalam suatu wilayah kota.

JARINGAN TRUNK

- Jaringan telekomunikasi yang menghubungkan antar sentral satu dengan sentral yang lain yang terletak pada kota yang berbeda.

JARINGAN LOKAL



STO = Sentral Telepon Otomat

MDF = Main Distribution Frame

RK = Rumah Kabel

DP = Distribution Point

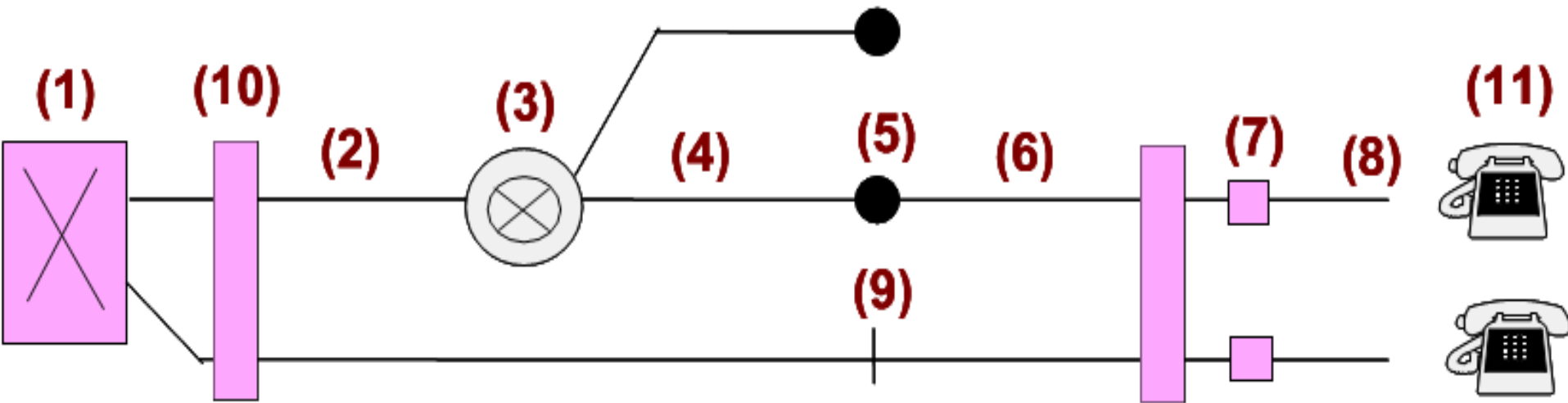
Bagan Jaringan Lokal

Berdasarkan material yang digunakan, jaringan lokal dibedakan :

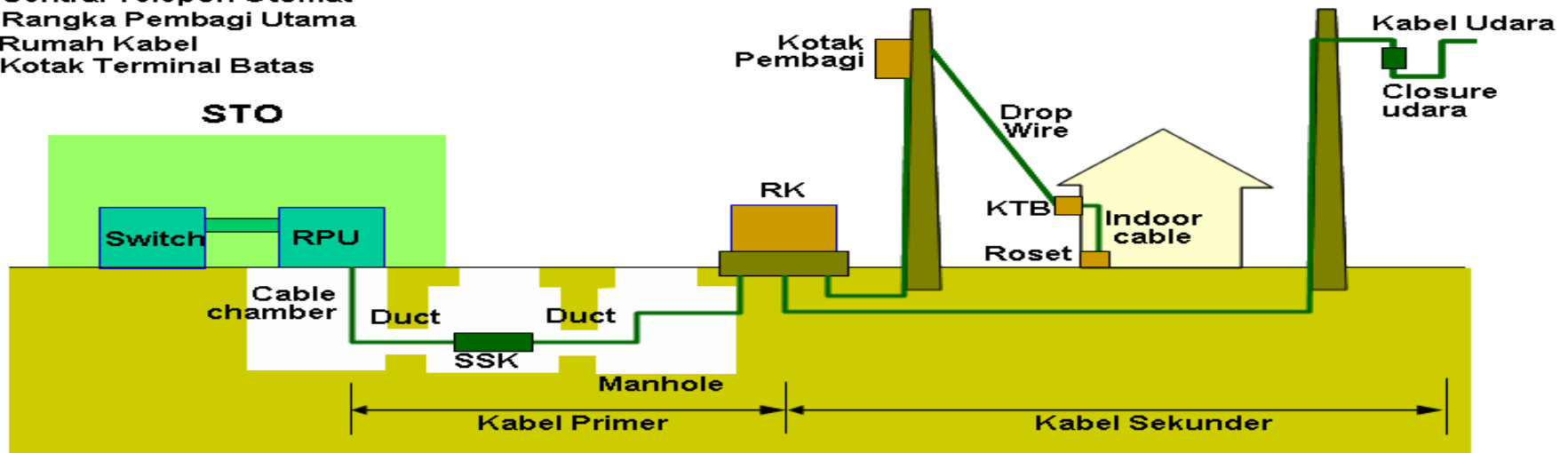
1. Jarlokat (Jaringan Lokal Akses Tembaga)
2. Jarlokaf (Jaringan Lokal Akses Fiber)
3. Jarlokar (Jaringan Lokal Akses Radio)

AKSES TEMBAGA

Struktur Umum :



SSK : Sarana Sambung Kabel
STO : Sentral Telepon Otomat
RPU : Rangka Pembagi Utama
RK : Rumah Kabel
KTB : Kotak Terminal Batas

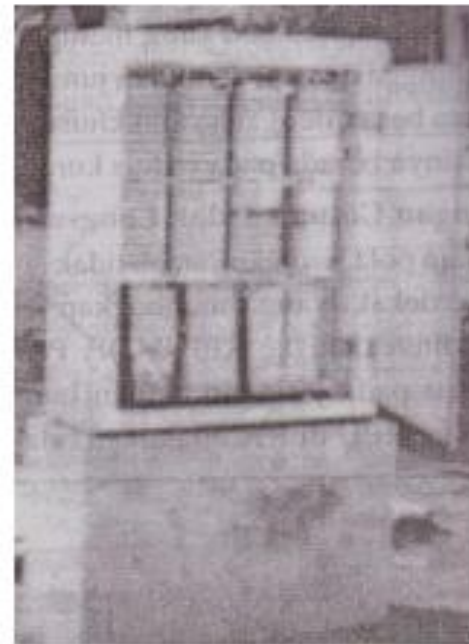


Elemen Jaringan Akses Tembaga :

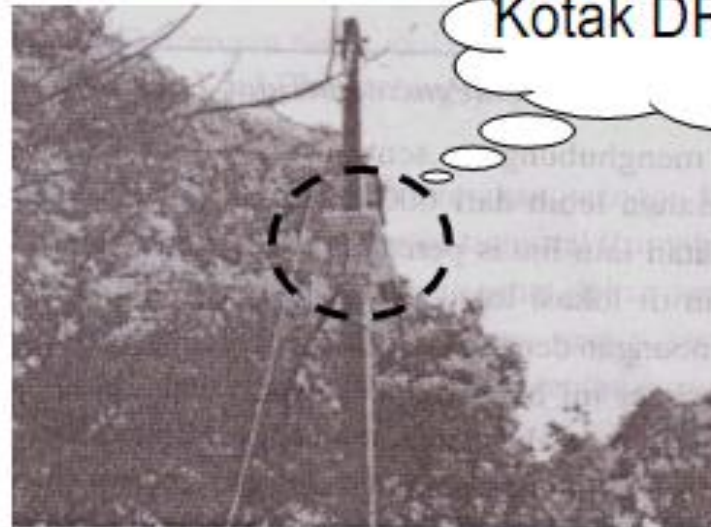
- (1) Sentral Telepon
- (2) Kabel Primer
- (3) Rumah Kabel
- (4) Kabel Sekunder
- (5) Kotak Pembagi
- (6) Kabel / Saluran Penanggal
- (7) Teminal Batas
- (8) Kabel Rumah
- (9) Daerah Catuan Langsung
- (10) MDF
- (11) Terminal Pelanggan.



**MAIN DISTRIBUTION FRAME
(MDF)**



Rumah Kabel



Kotak DP di tiang

Rumah Kabel atau *feeder point*, *servicing area interface (SAI)* atau *cross connect point*, dan *Cross Connect cabinet*

Rumah kabel adalah sebagai tempat untuk memecahkan sambungan menjadi ratusan pair pada kabel pelanggan. Cakupan rumah kabel ditentukan oleh batas-batas kondisi geografi seperti jalal besar, sungai dan lain sebagainya. Bagi tempat yang tidak spesifik biasanya disesuaikan dengan kapasitas yang terbatas pada rumah kabel tersebut, satu rumah kabel bisa menampung sebanyak 900 pelanggan

Fungsi Rumah Kabel



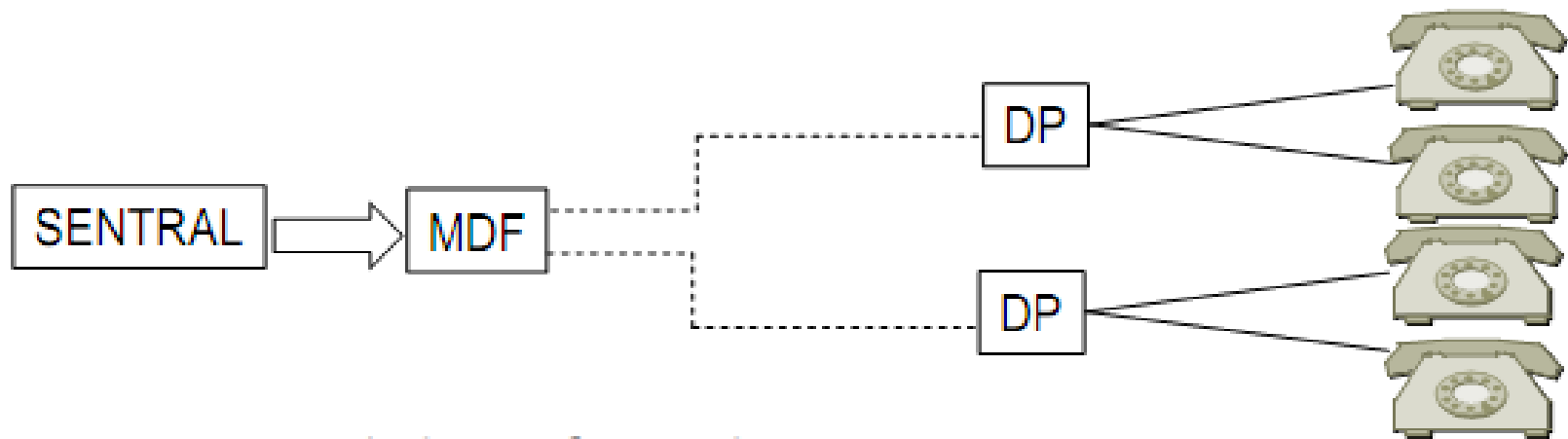
- Titik pada terminal awal dari jaringan kabel sekunder
- Titik pada terminal akhir dari jaringan kabel primer
- Titik pada sambungan peralihan yang bersifat fleksibel antara jaringan kabel sekunder dan jaringan kabel primer.

Berdasarkan cara pencatuan jaringan dari sentral ke pesawat pelanggan, jaringan lokal dibedakan :

1. Jaringan Catuan Langsung
2. Jaringan Catuan Tidak Langsung

JARINGAN CATUAN LANGSUNG

- Pelanggan mendapatkan pencatuan saluran dari DP terdekat yang langsung dihubungkan dengan MDF yang ada di sentral.
- Jaringan ini langsung menuju alamat pelanggan tanpa melalui Rumah Kabel (RK), karena letak rumah pelanggan sangat dekat dengan sentral.



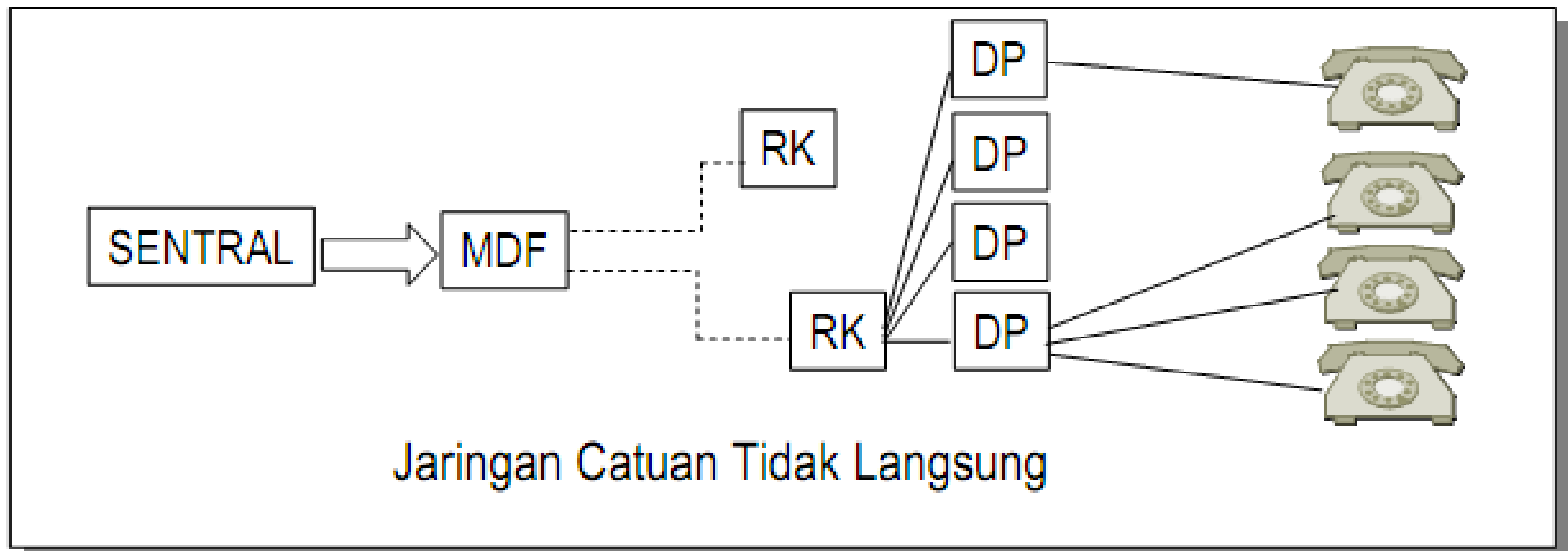
Jaringan Catuan Langsung

Jaringan Catuan Langsung digunakan untuk kondisi :

1. Kota-kota kecil dengan jumlah pelanggan sedikit, sehingga jumlah DP tidak terlalu banyak.
2. Kota-kota besar, dengan syarat lokasi pelanggan pada radius kurang dari 500 m dari sentral telepon

JARINGAN CATUAN TIDAK LANGSUNG

- Pelanggan mendapatkan pencatuan saluran dari DP terdekat, yang dihubungkan lebih dulu ke Rumah Kabel. Dari RK diteruskan ke MDF.



Jaringan Catuan Tidak Langsung digunakan untuk kondisi :

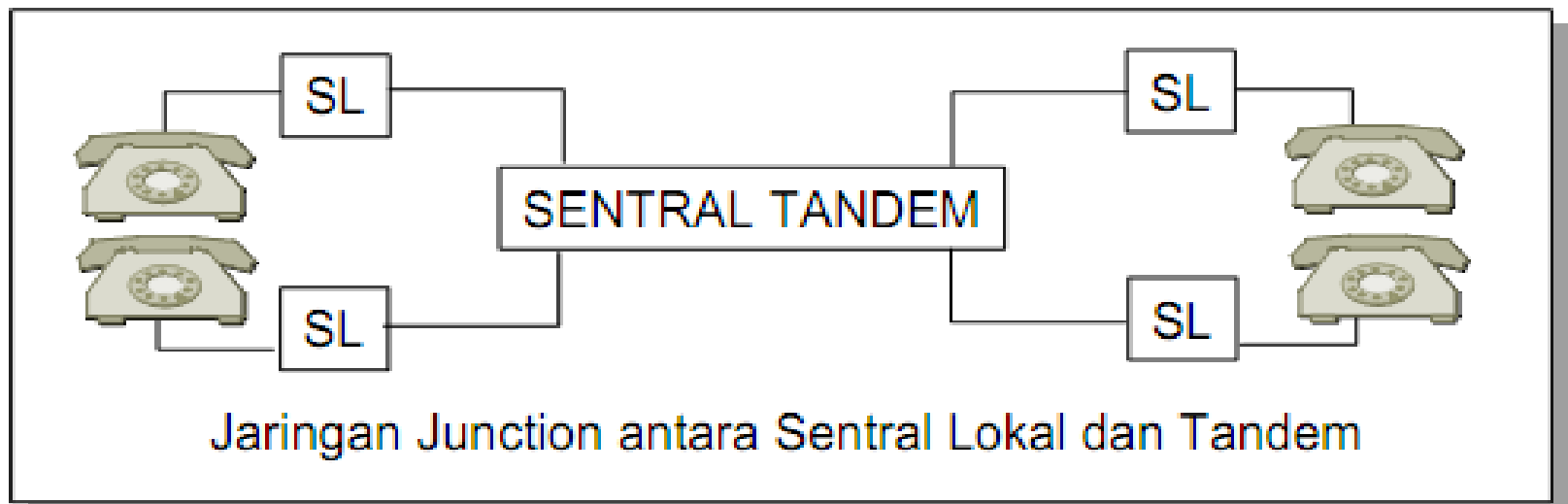
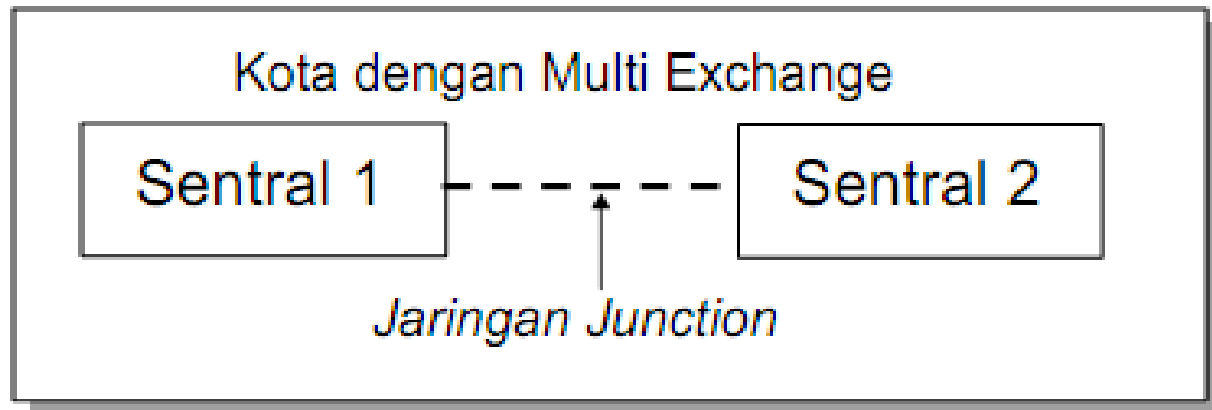
1. Jumlah Pelanggan Banyak
2. Jarak jauh dari sentral telepon

Pada Catuan Tidak Langsung :

- a. *Kabel Primer* menghubungkan antara Sentral Telepon dan Rumah Kabel
Kapasitas Kabel Primer lebih dari 600 pair (pasang).
Kabel Primer biasanya dipasang di bawah tanah.
Fungsi dari RK adalah tempat transit dari Kabel Primer ke Kabel Sekunder
- b. *Kabel Sekunder* menghubungkan RK dan DP
Kapasitas Kabel Sekunder kurang dari 200 pair
Kabel Sekunder dapat dipasang di bawah tanah atau di atas tanah (digantung).
Fungsi DP adalah peralihan dari kabel sekunder ke kabel catuan (penangkal).
DP merupakan ujung dari kabel pelanggan

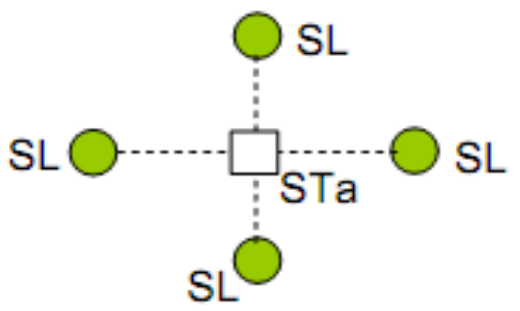
JARINGAN JUNCTION

Jaringan Junction menghubungkan antar sentral (*multi exchanges*) pada sebuah kota

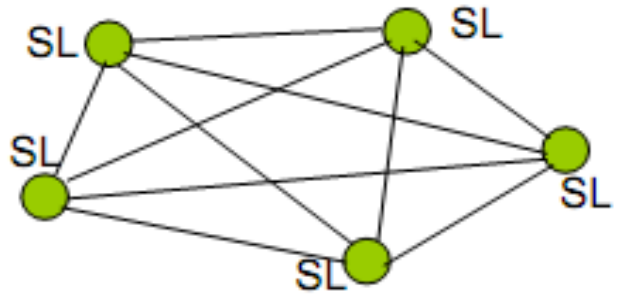


Berdasarkan cara tersambungannya Sentral Lokal melalui Jaringan Junction dibedakan :

1. Jaringan Junction Bentuk Bintang (Star Network)

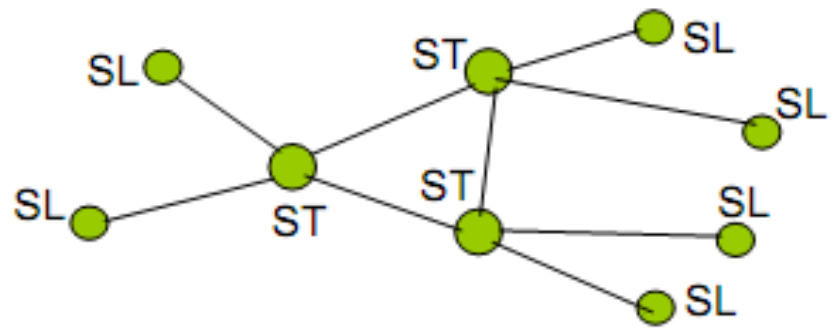


2. Jaringan Junction Bentuk Matajala (Intermeshed Network)



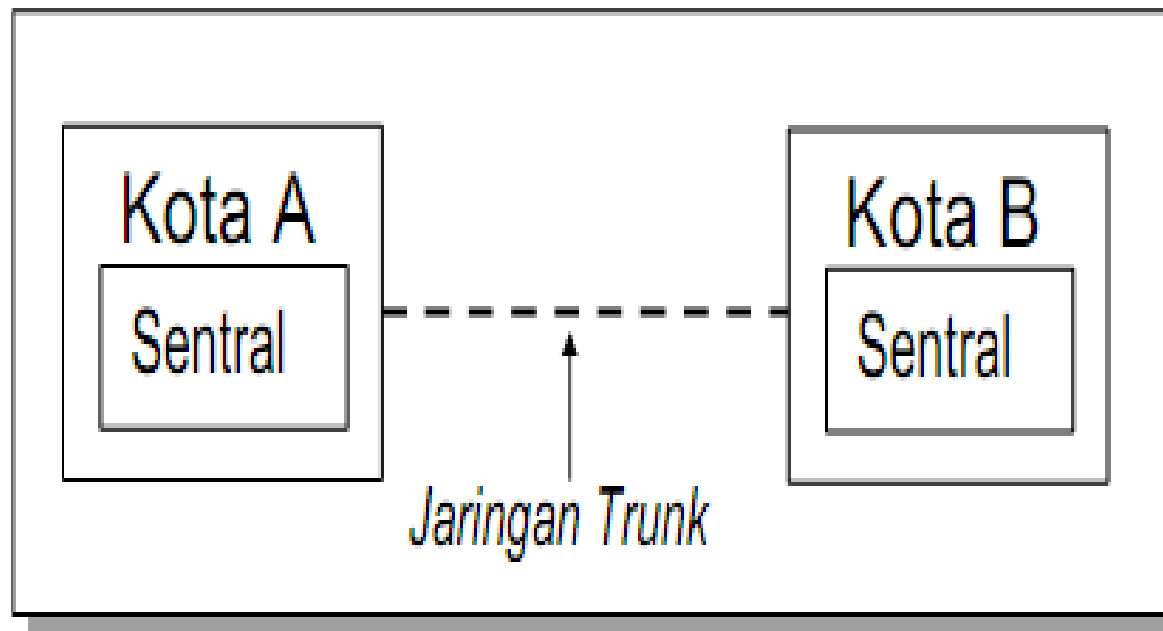
Jika ada n buah SL, maka jumlah jaringan junction ada $n(n-1)/2$ buah

3. Jaringan Junction Bentuk Bintang Matajala



JARINGAN TRUNK

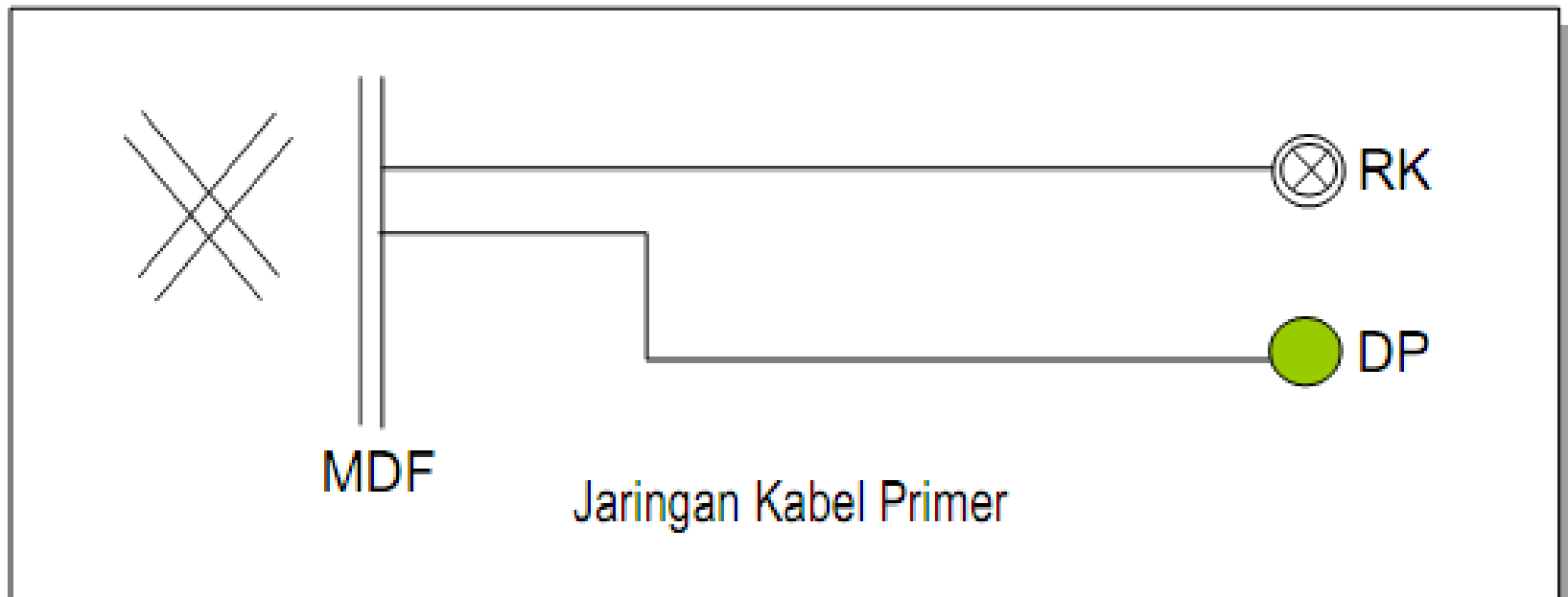
- Jaringan Trunk menghubungkan antar sentral telepon pada kota berbeda
- Jaringan ini digunakan jika jarak antar kota tidak begitu jauh, tidak menyeberangi laut, masih efektif menggunakan kabel.



Cara Pemasangan Jaringan Lokal

1. Jaringan Kabel Primer

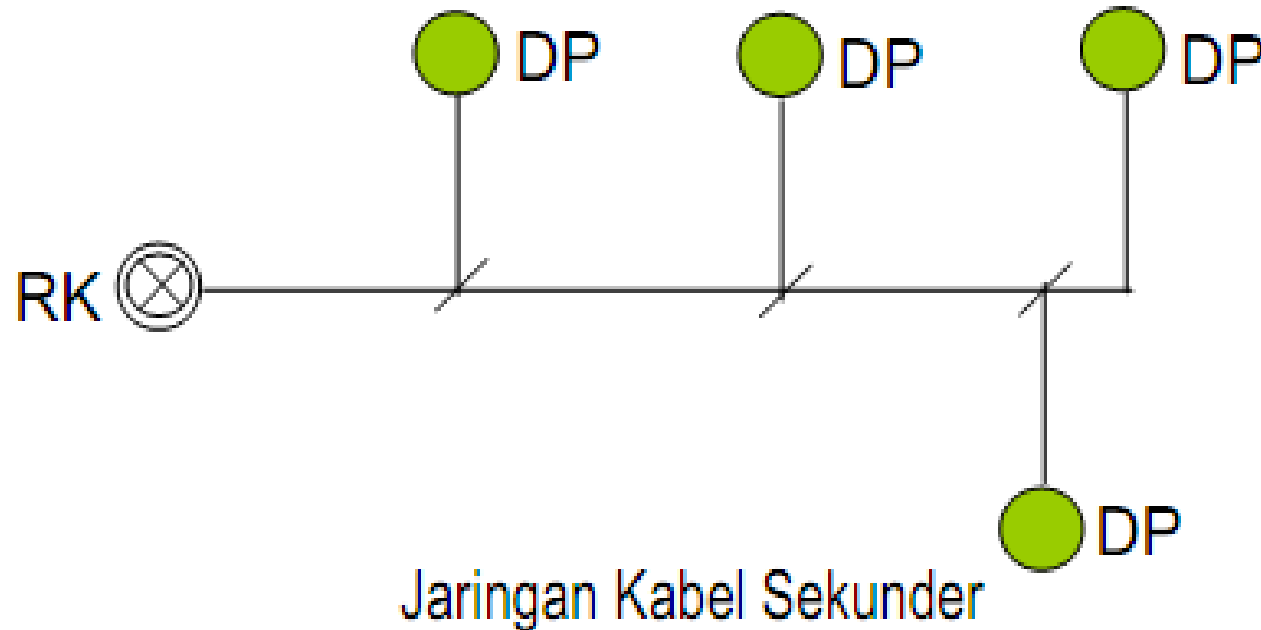
- Pada Sistem Catuan Tidak Langsung, menghubungkan MDF dari Sentral dengan RK
- Pada Sistem Catuan Langsung, menghubungkan MDF dengan DP.
- Kapasitas Maksimum 2400 pair, diameter 0,4 mm.
- Biasanya ditanam langsung, atau dengan pipa duct.
- Kode P1, P2, P3 dst.



Kabel primer atau *main feeder* adalah kabel yang berbentuk ukuran yang sangat besar biasa digunakan untuk pemakaian pada local loop dan biasanya terdiri dari 3600 pair kabel. Dari sentral kabel primer dikeluarkan menuju ke rumah kabel, penghubung kabel biasanya melalui bawah tanah atau dipendam yang menghubungkan panel-panel pada bagian bawah rumah kabel. Jumlah pair dalam kabel primer sebanyak 2/3 dari perkiraan total kabel sekunder yang diterminasi dalam rumah kabel untuk demand lima tahun. Aplikasi tanam langsung pada kabel primer cocok diterapkan pada daerah relatif stabil dengan ukuran demand kurang dari 300 pair maksimal 1400 pair. Ada aplikasi duct (pipa yang di cor beton) pada kabel primer cocok diterapkan pada daerah yang tidak setabil seperti rawan penggalian atau pembongkaran. Demand dalam satu cabang harus diatas dari 300 pair, ketahanan kabel atau duct harus mencapai 10 tahun, dan memiliki kapasitas duct smpai lima tahun. Untuk penggunaan aplikasi duct pada kabel primer diperlukan konstruksi *handhole* dan *manhole* yang berguna untuk menarik kabel. Handhole dan manhole diletakan pada trotoar jalan yang mudah dijangkau dan memiliki panjang maksimum 150 in dan 240 tn untuk rute jalur yang berbelok.

2. Jaringan Kabel Sekunder

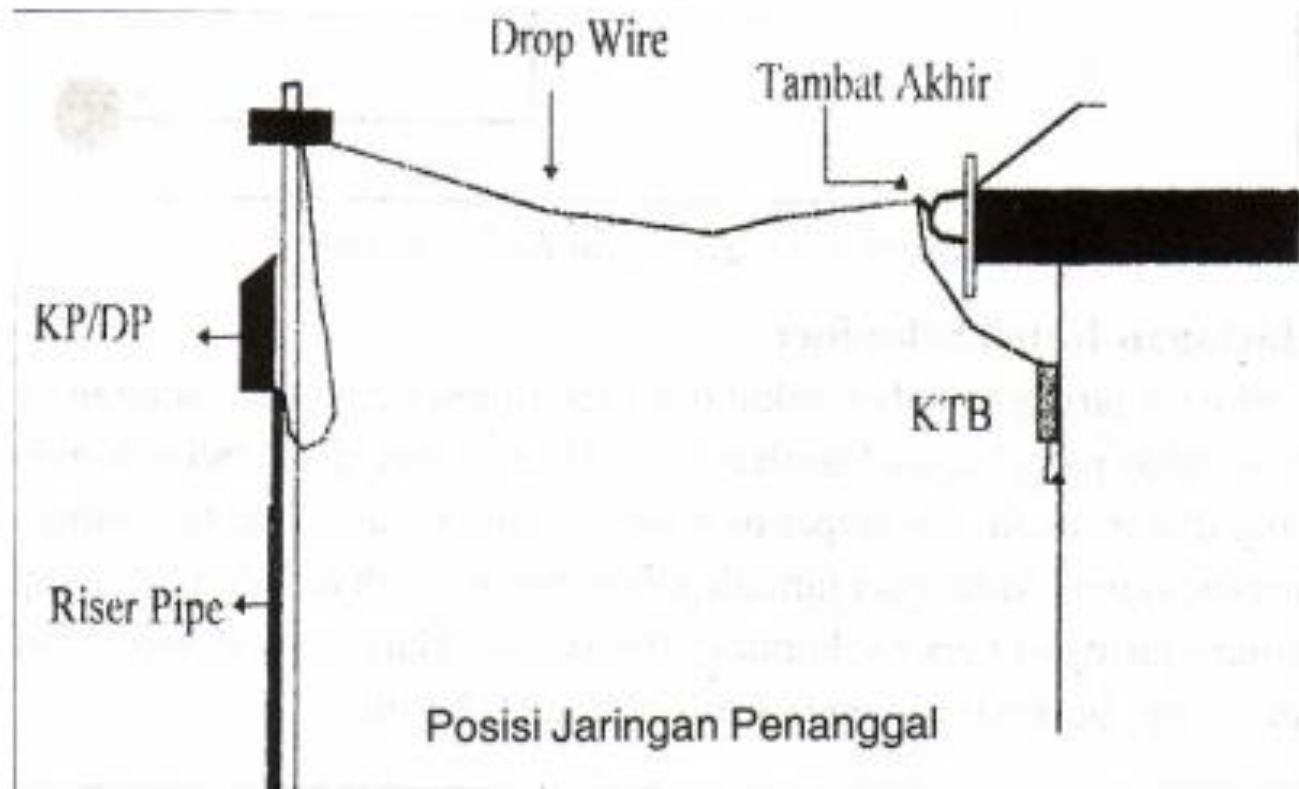
- Menghubungkan RK dengan DP
- Kapasitas Maksimum 200 pair, diameter 0,4 mm s/d 0,8 mm.
- Bisa ditanam langsung, atau dipasang di atas tanah.
- Kode S1, S2, S3 dst.



Kabel sekunder atau *branch feeder* adalah kabel yang memiliki versi yang berbentuk ukuran lebih kecil dari kabel primer. Kapasitas kabel ini lebih sedikit bila dibandingkan dari kabel primer. Penghubung kabel ini hanya sebatas pada rumah kabel yang satu dengan rumah kabel yang lain. *Distribution point* menerima jumlah pair yang tidak tetap sehingga mempengaruhi dalam menentukan ukuran kabel sekunder, estimasi kabel sekunder adalah untuk demand lima tahun. Pengakumulasian jumlah pair yang terdistribusikan sepanjang rute kabel sekunder sebanyak 200 pair lebih baik menggunakan layanan per 100 pair. Pengaplikasian kabel sekunder ada yang terpasang di udara dan yang terpendam di dalam tanah. Kabel yang berada di udara atau kabel udara biasa diterapkan rute daerah temporer dengan kepadatan demand yang rendah atau lokasi tanah yang susah digali. Sehingga perlu ada tiang-tiang utama, tiang penyokong, tiang percabangan dan lain-lain dalam jaringan kabel sekunder. Jarak tiang yang satu dengan tiang lain adalah empat puluh meter dan dilarang melebihi dari 55 meter. Ketinggian tiang atau panjang tiang antara tujuh sampai sembilan meter dengan lengkungan kabel 4,5 m sampai enam meter jika melintasi jalan. Percabangan kabel pada tiang maksimum empat cabang dan harus terkonsentrasi dalam penyambungan kabel. Sedangkan kabel yang terpendam di dalam tanah atau kabel tanam jika kondisi geografis tanah stabil atau mudah digali.

3. Jaringan Penanggal

- Disebut juga sebagai saluran distribusi
- Berfungsi menghubungkan DP ke terminal blok yang ada di rumah pelanggan
- Jenis kabel yang digunakan adalah drop wire.



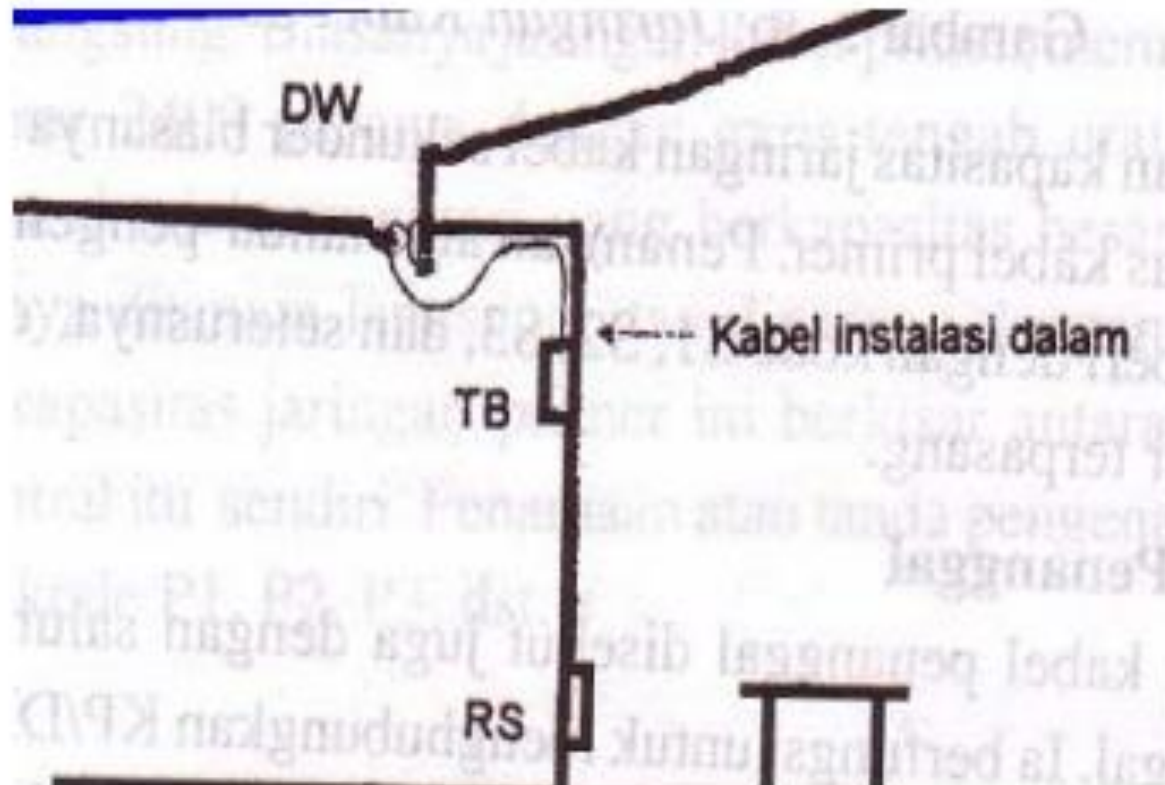
Macam-macam Tiang Telephone :

- Tiang Besi, yang masih digunakan (tiang 7 dan 9 meter).
- Tiang beton, yang sudah jarang digunakan.
- Tiang Kayu, yang sudah tidak digunakan lagi.



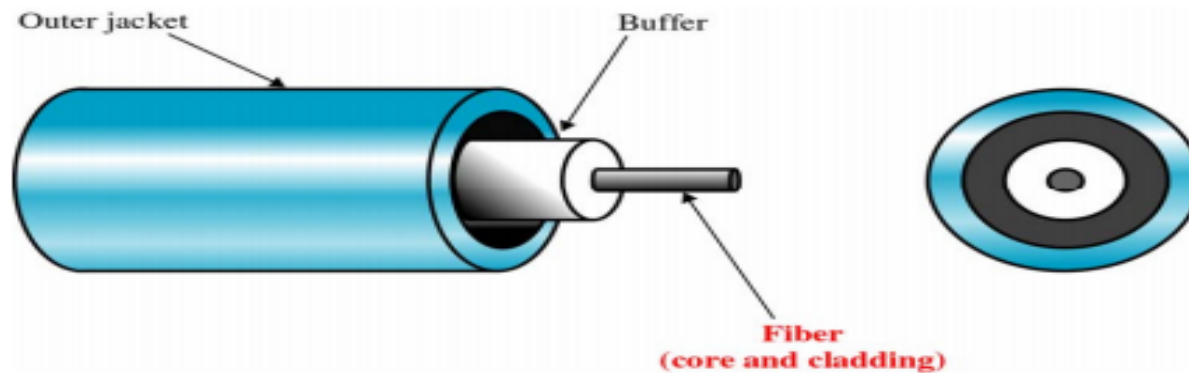
4. Jaringan Instalasi Rumah

- Terletak antara terminal Blok dan Roset telepon dalam Rumah pelanggan



3. OPTICAL FIBER

- Kabel serat optik dibuat dari serat-serat kaca yang sangat tipis (lihat gambar).
- Cara transmisi informasi di dalam kabel ini berbeda dengan kabel-kabel sebelumnya, dimana sinyal-sinyal informasi listrik diubah menjadi sinyal cahaya.
- Sinyal cahaya yang melalui kabel serat optik mempunyai kecepatan yang sangat tinggi
- Kabel ini digunakan pada kota-kota besar yang padat lalu lintas telekomunikasinya.



KOMPOSISI KABEL SERAT OPTIK

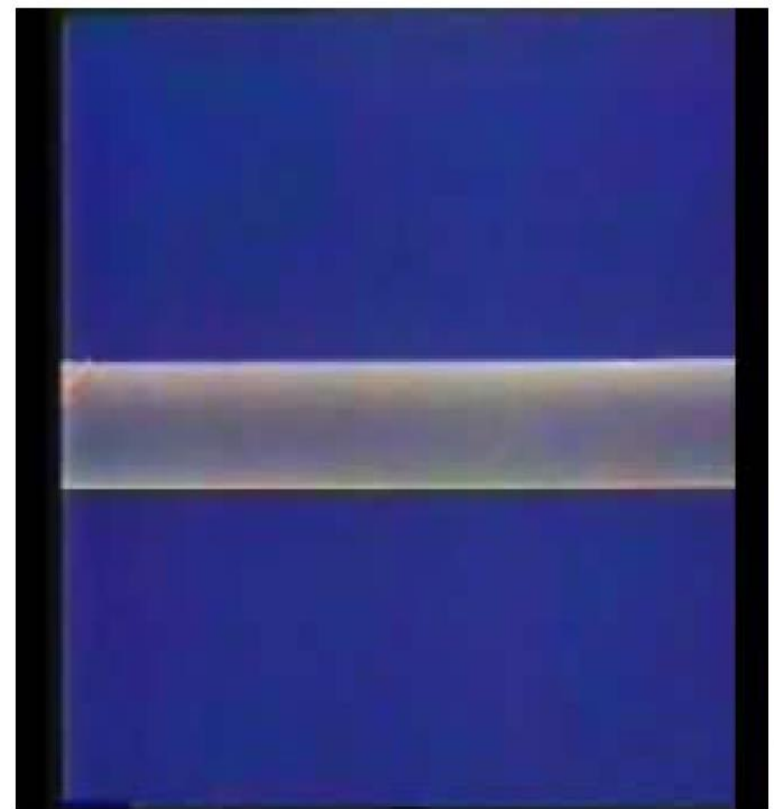
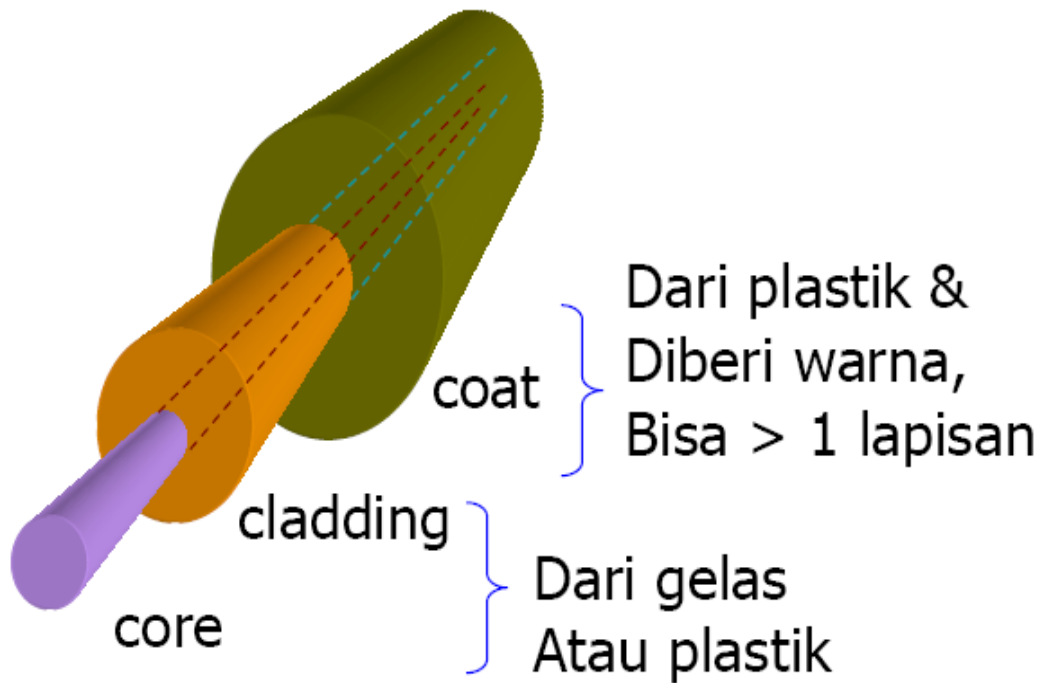
Kabel serat optik terdiri dari :

- Silinder dalam berbahan gelas yang disebut inti atau core
- Silinder luar terbuat dari bahan gelas atau plastik yang disebut cladding atau pembungkus inti
- Bahan pelindung serat yang membungkus cladding

FIBER OPTIK

- Terbuat dr gelas silika atau bahan transparan lain.
- Pembawa berupa sinyal cahaya pada panjang gelombang sekitar 0,8 s/d 1,6 μm
- Kapasitas sangat besar
- Tidak terjadi x-talk.
- Ukuran sangat kecil
- Kabel tembaga adalah medium elektronik, menghantarkan signal elektronik
- Fiber optic adalah medium Fotonik, menghantarkan signal fotonik atau cahaya

- Struktur serat optik



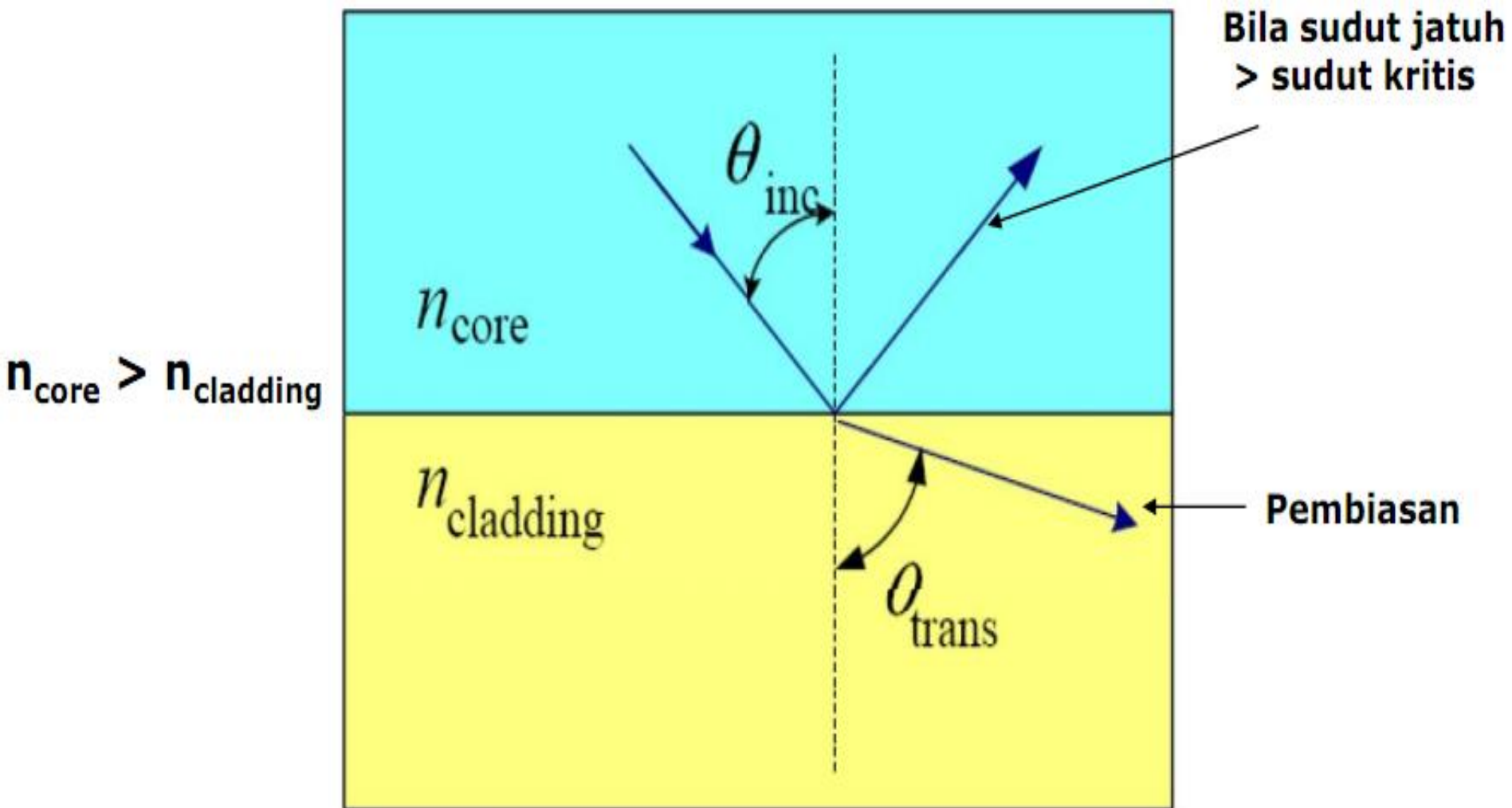


Perbandingan Fiber Optik dengan Kabel Tembaga

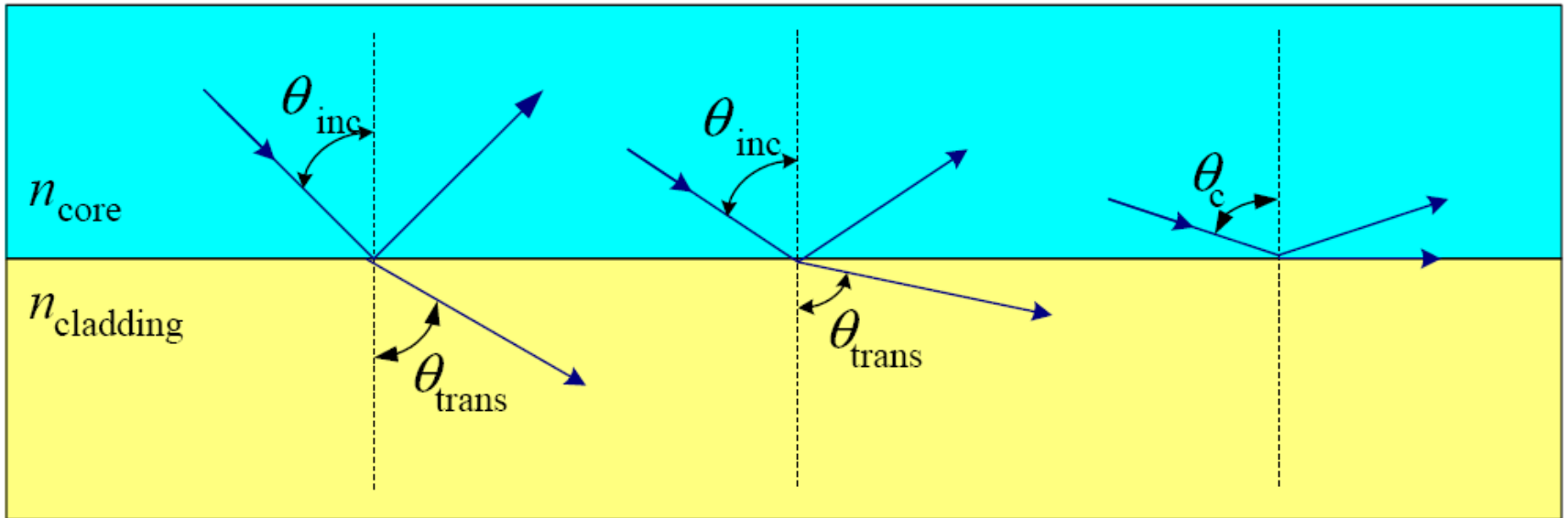


Mengapa cahaya bisa bergerak sepanjang serat optik?

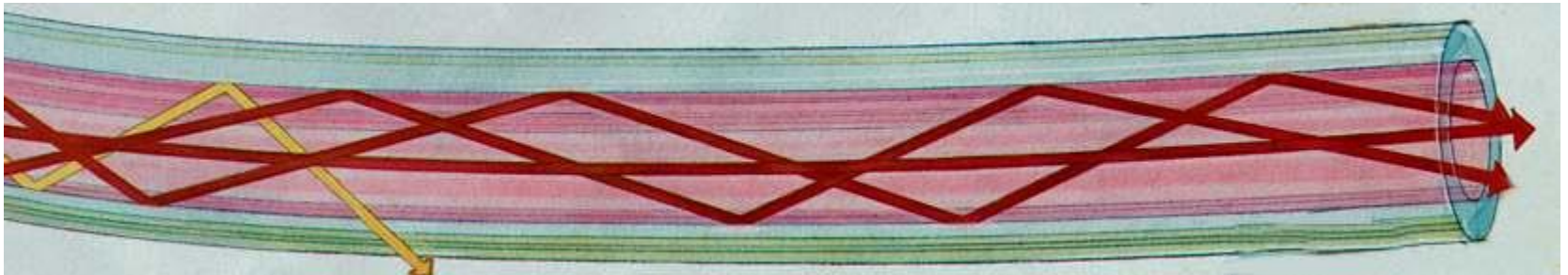
- **Laser** : memberikan sinyal bit dengan sangat tinggi, meterialnya harus dibungkus dengan sempurna agar tidak menyerap keluar
- **Total internal reflection** : agar angelnya / titik pantulna tetap pada bahan tersebut. Sudut harus lebih besar dari angelnya
- Karena ada proses yang disebut *Total Internal Reflection* (TIR)
- TIR dimungkinkan dengan membedakan indeks bias (n) antara core dan clading
 - Dalam hal ini $n_{\text{core}} > n_{\text{cladding}}$
 - Memanfaatkan hukum Snellius



$$\left| n_{\text{core}} \sin(\theta_{\text{inc}}) = n_{\text{cladding}} \sin(\theta_{\text{trans}}) \right|$$



Apabila kabel serat optik dilengkungkan, dapat terjadi loss






Transmisi Serat Optik

Sistem Transmisi Serat Optik terdiri dari :

Pemancar Optik (Optical Transmitter)

-  Berfungsi merubah sinyal listrik menjadi sinyal optik / cahaya
-  Terdiri dari LED (Light Emitting Diode) daya tinggi atau Diode Laser

Kabel Serat Optik

-  Berupa selubung fiber gelas dengan ukuran yg sangat kecil, dengan diameter 5 mikrometer s/d 250 mikrometer
-  Terbuat dari material kelas tinggi yang bebas air
-  Berfungsi memandu cahaya / jalan cahaya dari pengirim ke penerima

Penerima Optik (Optical Receiver)

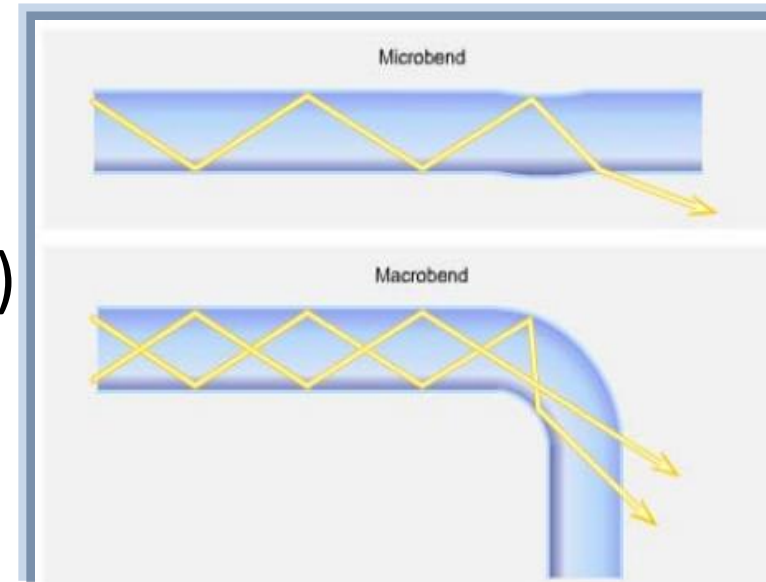
-  Berfungsi mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik
-  Menggunakan diode PIN atau APD (Avalanche Photo Diode)

Keuntungan Penggunaan Serat Optik

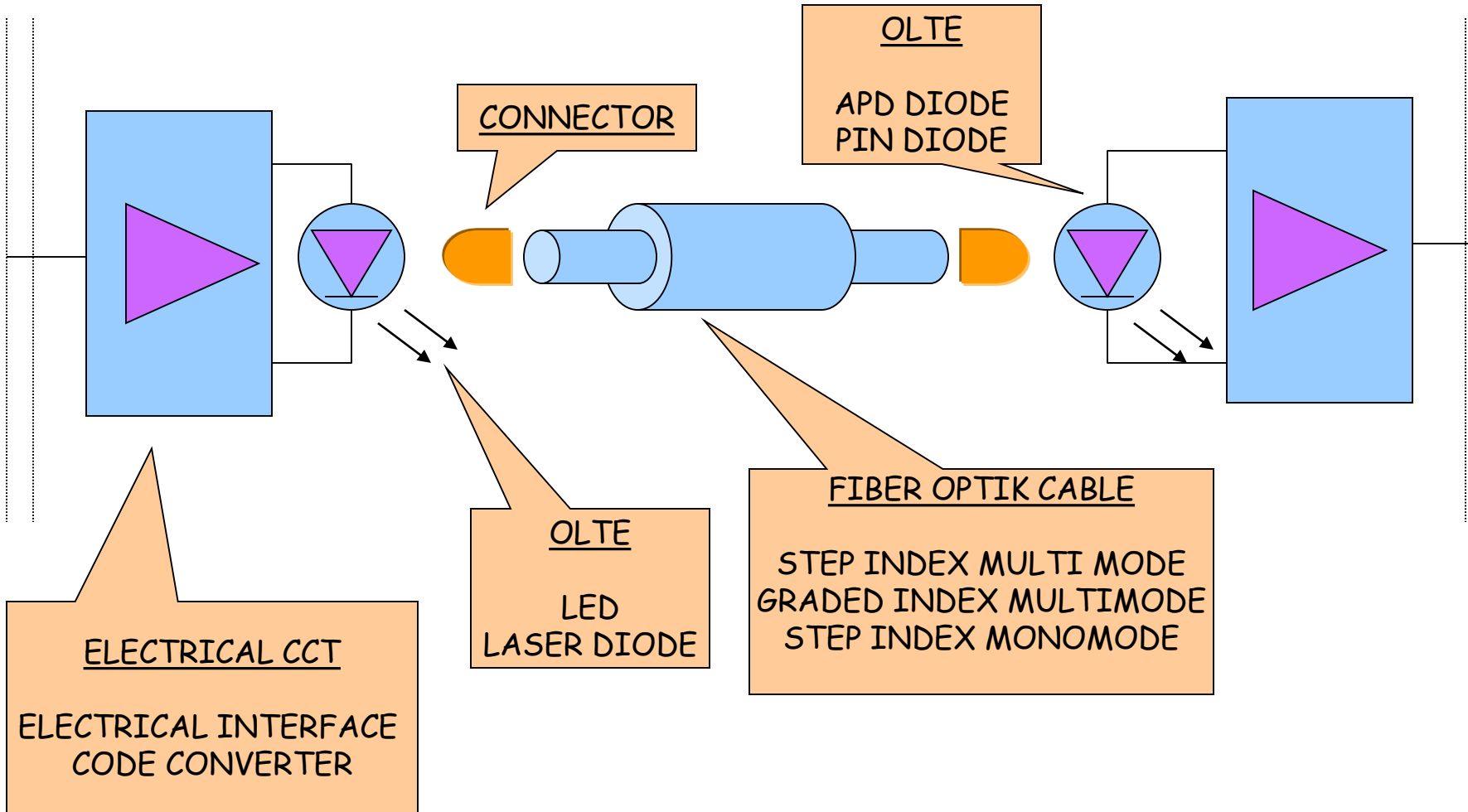
- 📖 Dapat mentransmisikan sinyal digital dengan data rate yang sangat tinggi (Kecepatan transfer data lebih tinggi)
- 📖 Tahan terhadap gangguan RFI (Radio Frequency Interference) dan EMI (ElectroMagnetic Interference)
- 📖 Memiliki redaman yang sangat kecil sehingga memungkinkan mentransmisikan sinyal s/d 100 km tanpa perlu menggunakan repeater
- 📖 Keamanan, tidak bisa disadap melalui kabel biasa Bandwidth yang besar
- 📖 Tidak berkarat
- 📖 Jangkauan lebih jauh dibanding kabel tembaga

Kerugian penggunaan Serat Optik

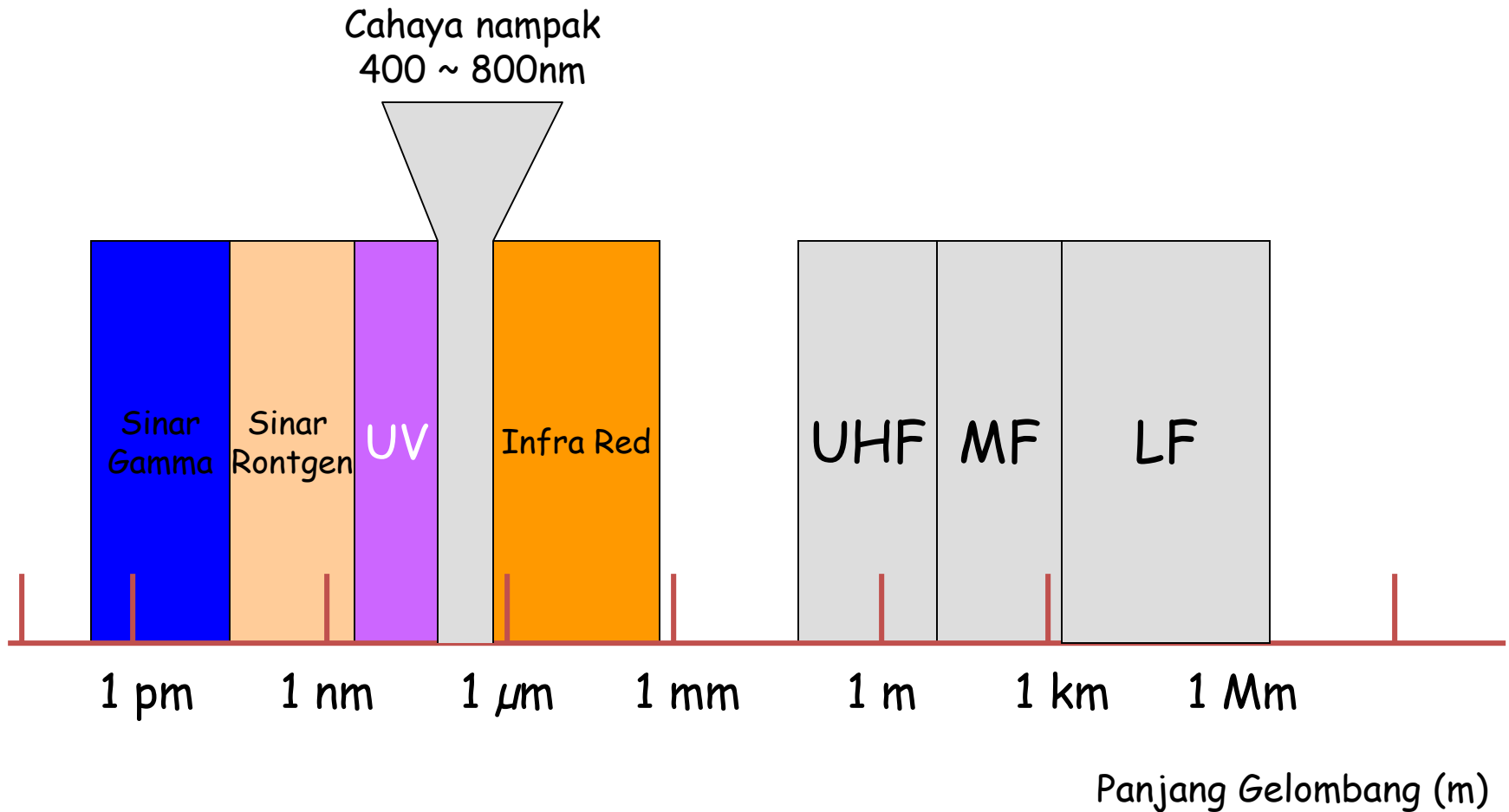
- 📖 Kabel Serat Optik tidak dapat menyalurkan energi listrik, sehingga setiap terminal harus memiliki catuan tersendiri
- 📖 Relatif Sulit pada saat Instalasi
- 📖 Bila putus , perbaikannya membutuhkan waktu yang lama
- 📖 Memiliki rugi-rugi transmisi a.l :
 - 📖 Penghaburan Rayleigh (Rayleigh scattering loss)
 - 📖 Penyerapan (Absorbption Loss)
 - 📖 Pembengkokan (Bending Loss)
 - 📖 Refleksi Freshnel (Freshnel Loss)



Konfigurasi Komunikasi Serat Optik



Spektrum gelombang untuk Fiber Optik

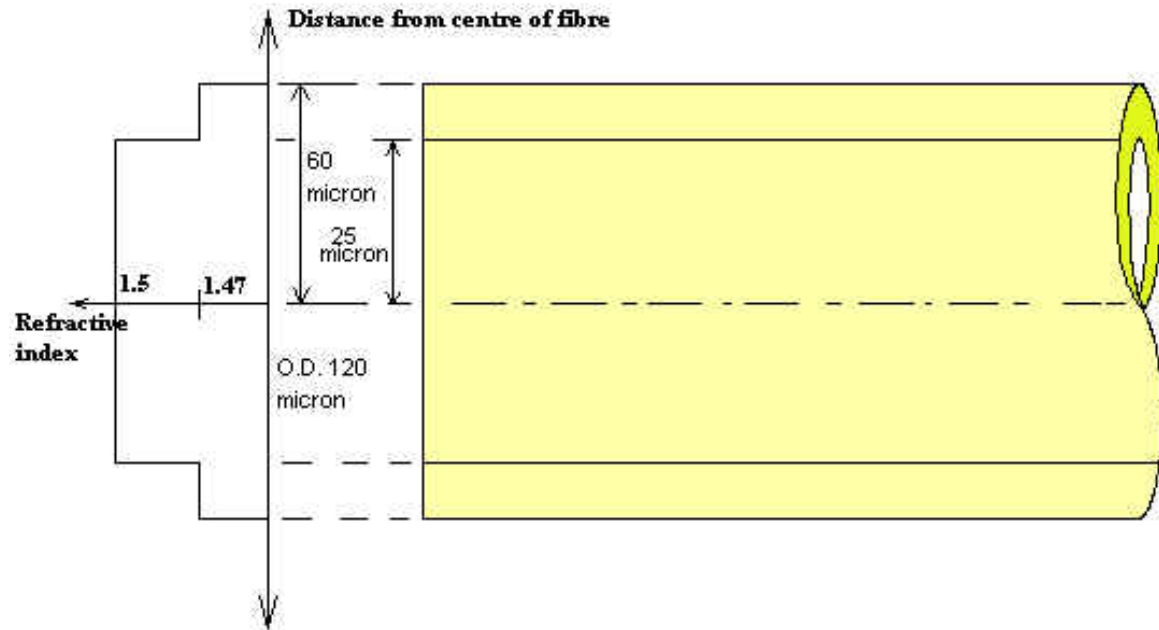


Klasifikasi Serat Optik

- Berdasarkan mode gelombang cahaya yang berpropagasi pada serat optik
 - Multimode Fibre
 - Singlemode Fibre
- Berdasarkan perubahan indeks bias bahan
 - Step index fibre
 - Gradded index fibre

Step Index Fiber vs Graded Index Fiber

- Pada step index fiber, perbedaan antara index bias inti dengan index bias cladding sangat drastis



- Pada graded index fiber, perbedaan index bias bahan dari inti sampai cladding berlangsung secara gradual

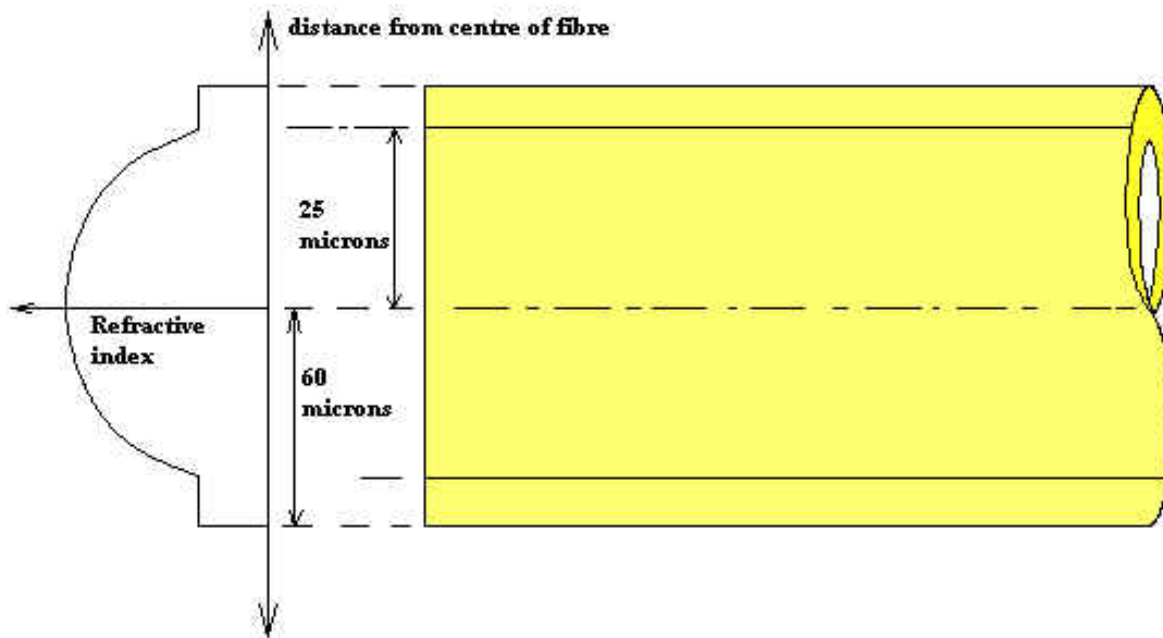
- Contoh profile graded index:

- Untuk $0 \leq r \leq a$

- r = jari-jari di dalam inti serat

- a = jari-jari maksimum inti serat

$$n(r) = n_1 \left\{ 1 - 2\Delta \left(\frac{r}{a} \right)^\alpha \right\}^{\frac{1}{2}}$$



Fiber Types and Typical Specifications

Fiber Type	Core/Cladding	Attenuation	Coefficient (dBkm)		Bandwidth
	Diameter(m)	850 nm	1300 nm	1550 nm	(MHz-km)
Multimode/Plastic	1 mm	(1 dB/m	@665 nm)		Low
Multimode/Step Index	200/240	6			50 @ 850 nm
Multimode/Graded Index	50/125	3	1		600 @1300 nm
	62.5/125	3	1		500 @1300 nm
	85/125	3	1		500 @1300 nm
	100/140	3	1		300 @1300 nm
Singlemode	8-9/125		0.5	0.3	high

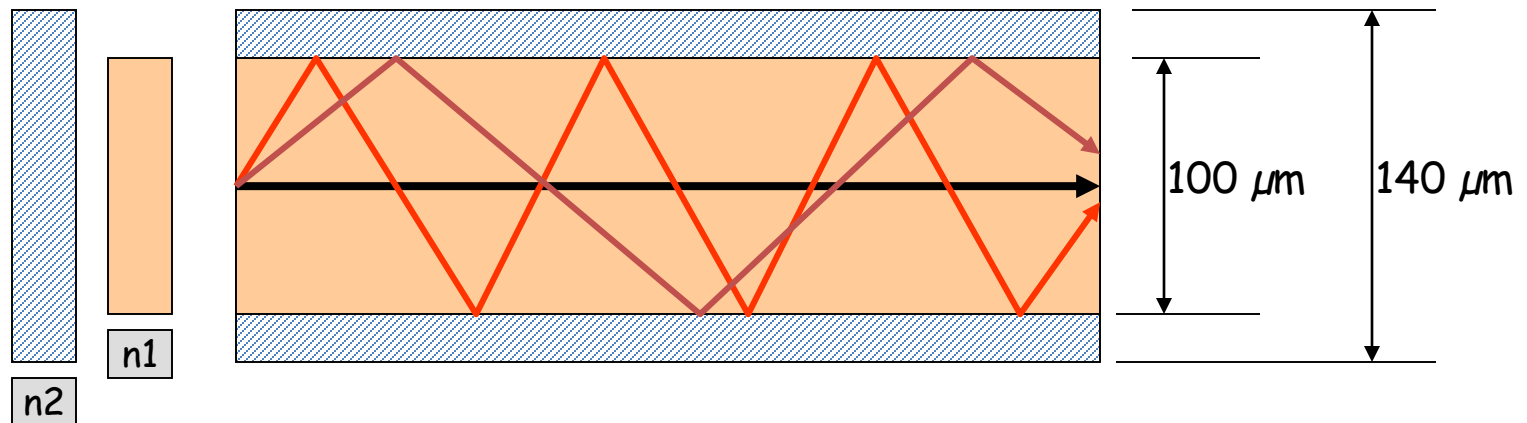
Jenis-Jenis Kabel Fiber Optik

- 📖 Step Index Multimode
- 📖 Graded Index Multimode
- 📖 Step Index Singlemode/Monomode

Jenis-Jenis Kabel Fiber Optik

1. Step Index Multimode

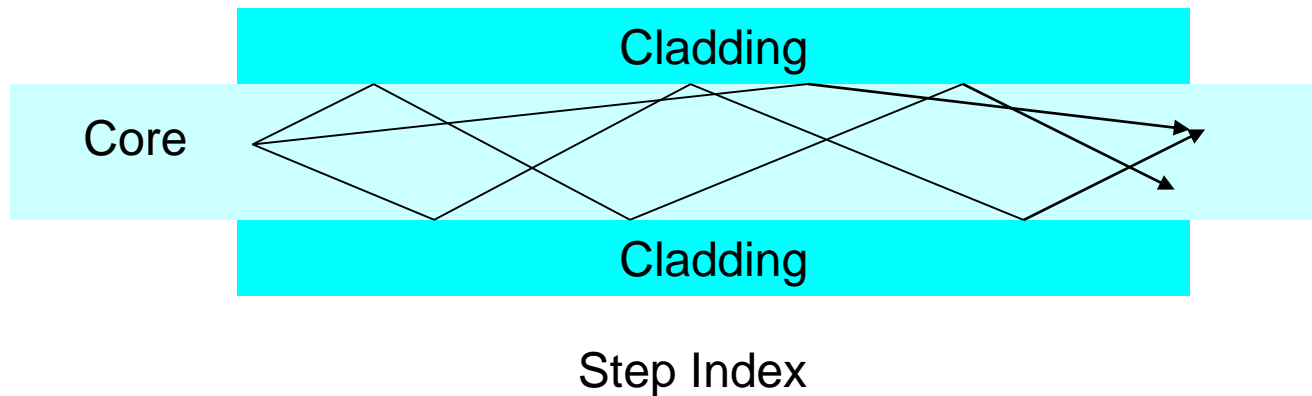
- Index Bias Core Konstan
- Ukuran Core besar (50~250 μm) dan dilapisi cladding yang sangat tipis
- Penyambungan core lebih mudah karena memiliki core yang besar
- Terjadi dispersi
- Hanya digunakan untuk jarak pendek dan transmisi data bit rate yang rendah



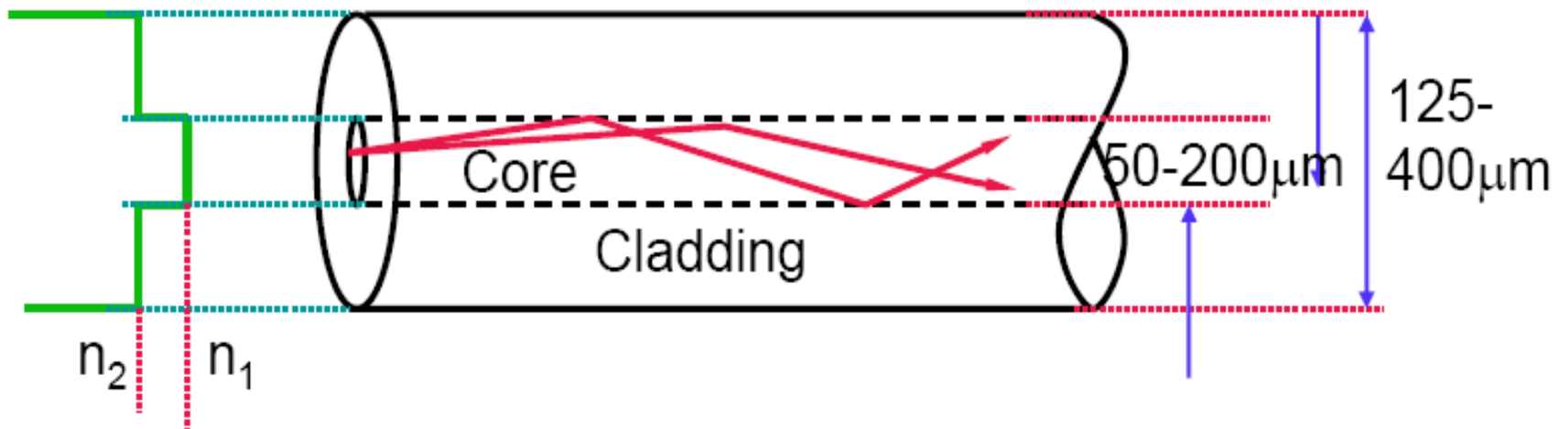
Index Bias

Step Index Multimode

- Menggunakan LED sebagai sumber cahaya
- Diameter core 62,5 micron



- Step Index Multimode

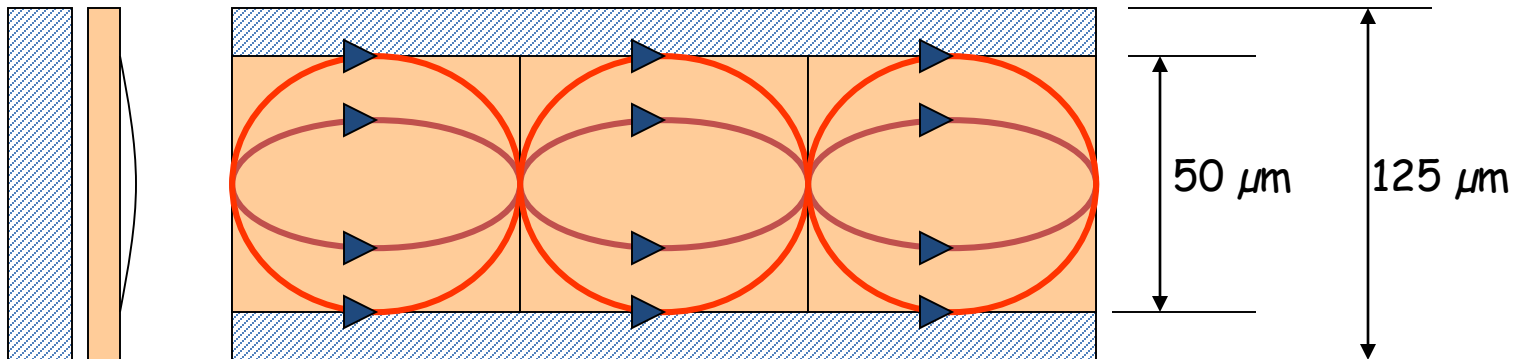


Profil Indeks bias

Kelebihan	Kekurangan
Mudah terminasi kopling efisien ($NA \gg$) Tidak mahal	Dispersi lebar BW minimum

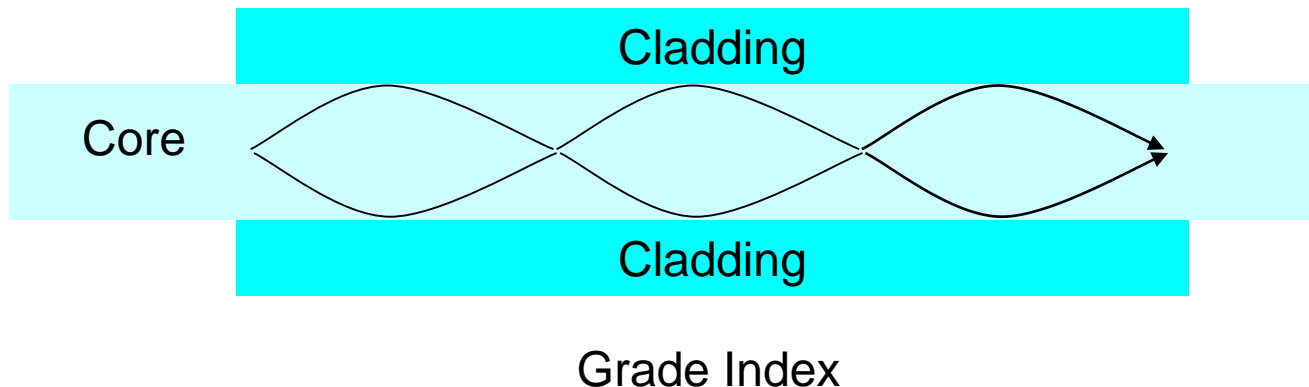
2. Graded Index Multimode

- Core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki index bias yang berbeda
- Index bias tertinggi terdapat pada pusat core dan turun sampai dengan batas core dan cladding
- Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada core sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat
- Dispersi minimum
- Harganya lebih mahal dari Step Index karena proses pembuatannya lebih sulit

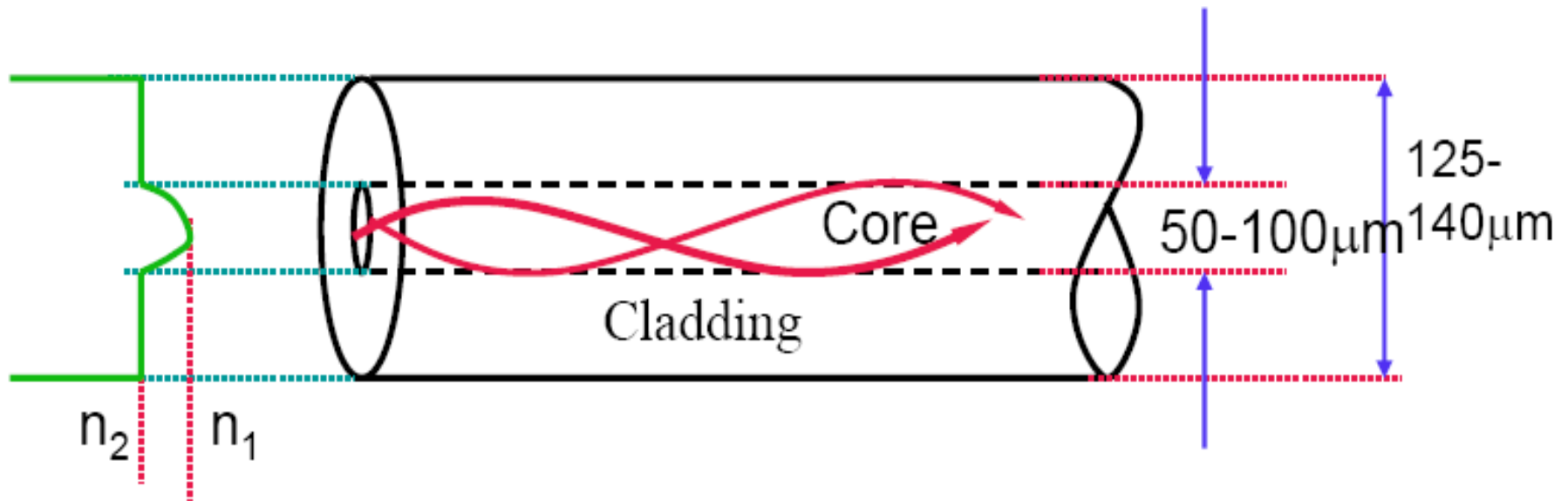


Grade Index Multimode

- Menggunakan LED sebagai sumber cahaya
- Diameter core 62,5 micron



- Graded Index Multimode

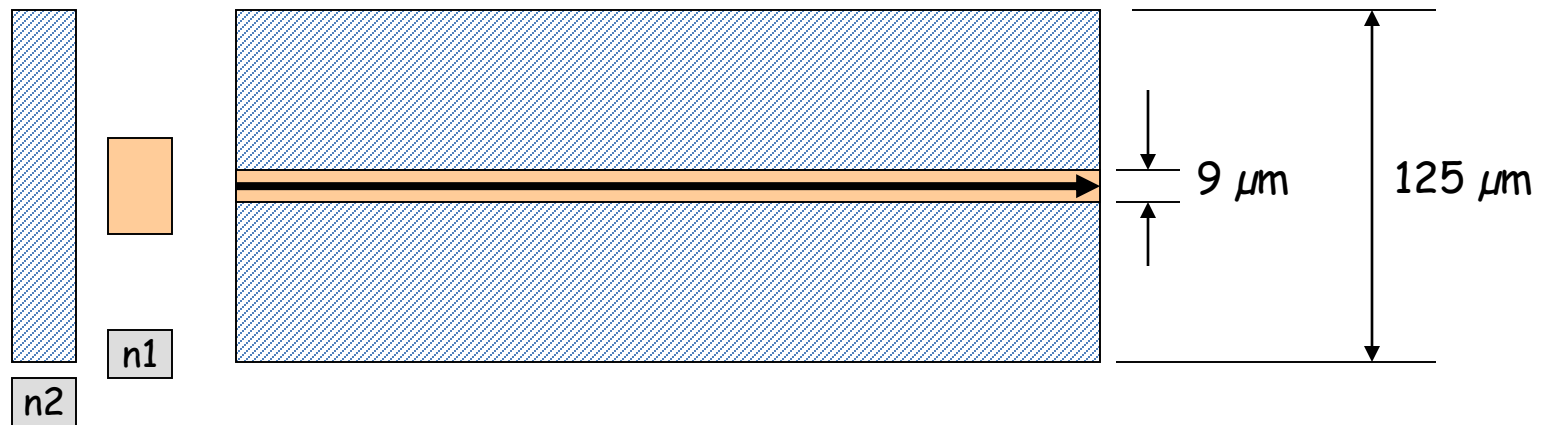


Profil Indeks
bias

Serat optik graded indeks memiliki kelebihan dan kekurangannya berada diantara serat jenis single mode dan multimode step indeks

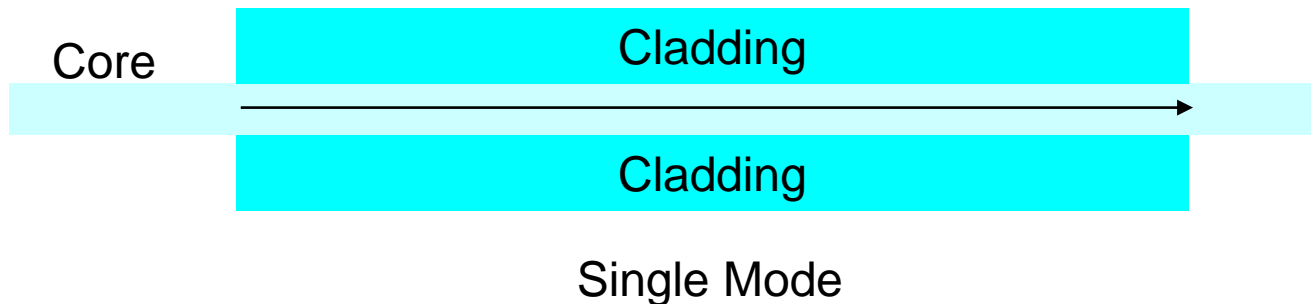
3.Step Index Single Mode

- Memiliki diameter core yang sangat kecil dibandingkan dengan ukuran claddingnya
- Cahaya hanya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan sumbu serat optik
- Digunakan untuk transmisi data dengan bit rate tinggi

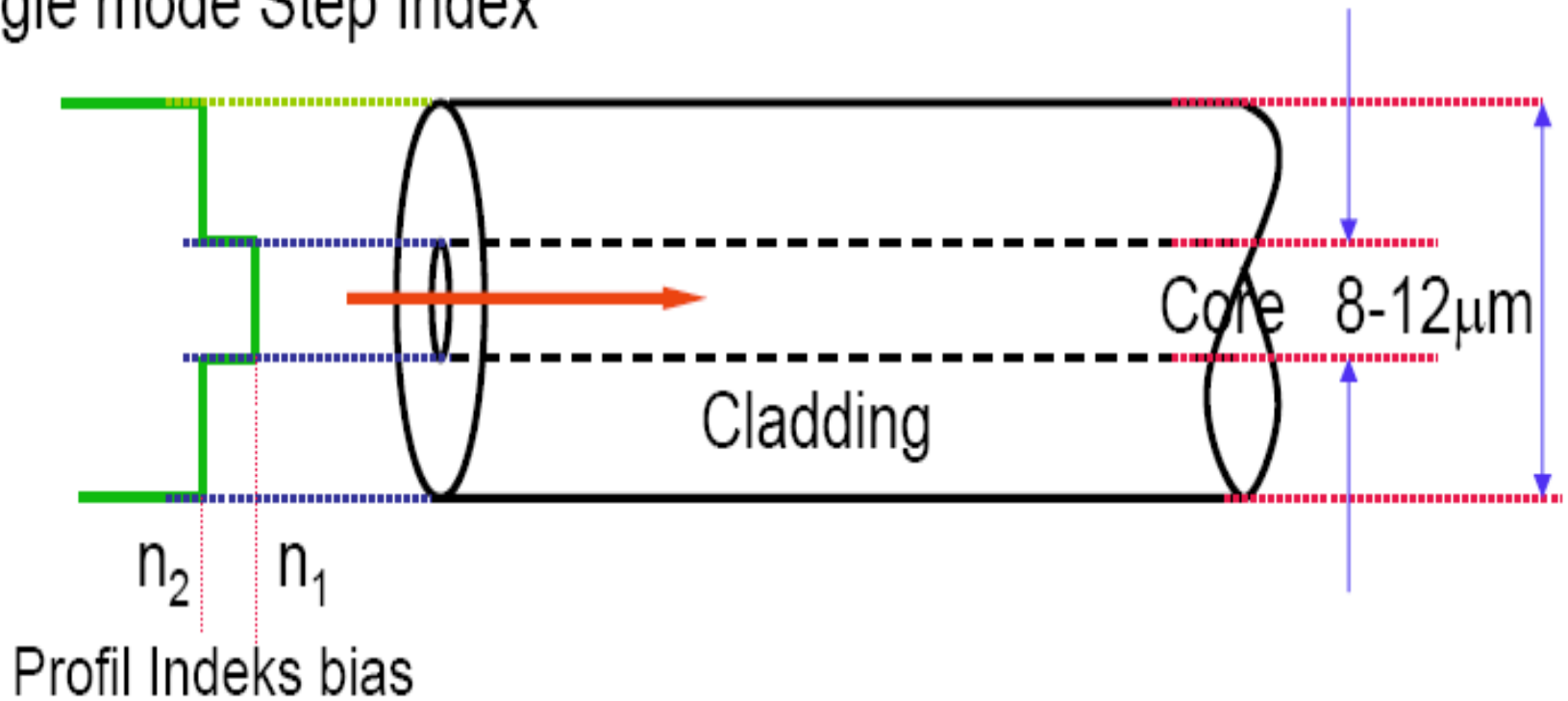


Single Mode

- Menggunakan Laser sebagai sumber cahaya
- Diameter core 9 micron

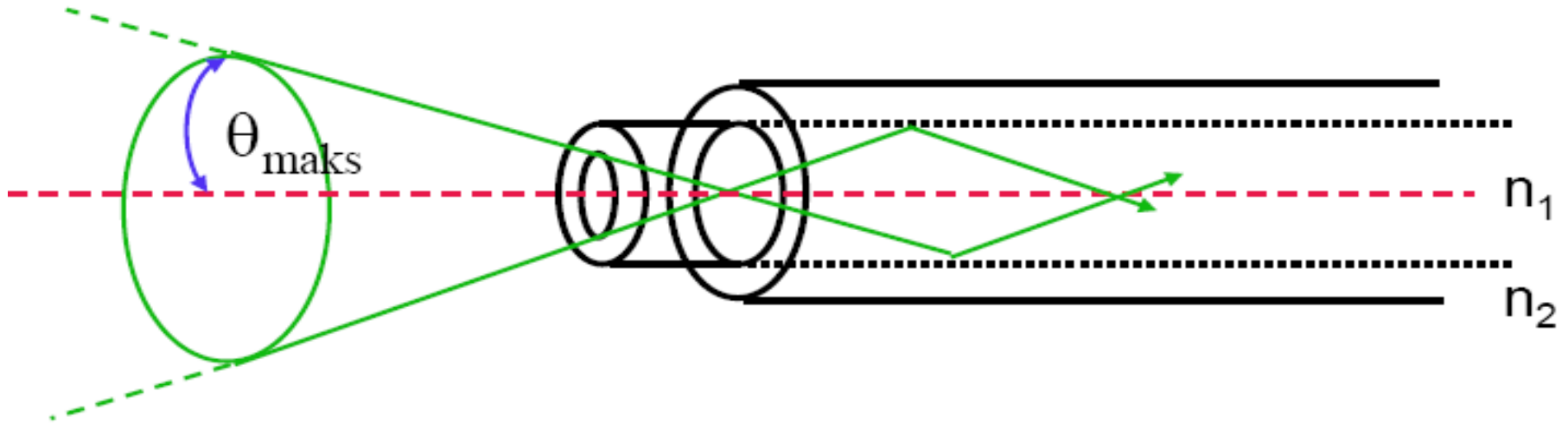


- Single mode Step Index



Kelebihan	Kekurangan
Dispersi minimum	NA Kecil : butuh ILD
BW Lebar	Sulit untuk terminasi
Sangat efisien	Mahal

Numerical Aperture (NA)

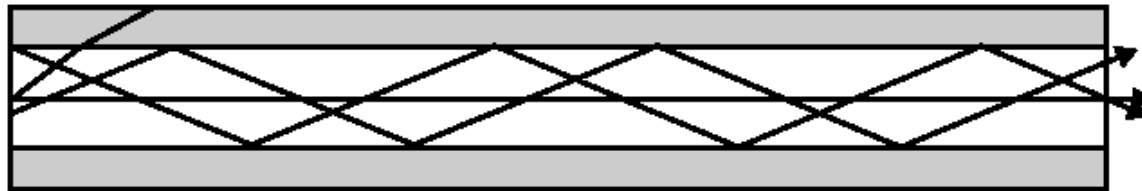


$$NA = \sin \theta_{maks} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

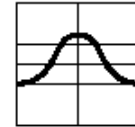
Numerical Aperture adalah kemampuan serat optik untuk mengumpulkan/ menyalurkan cahaya

Jenis-jenis kabel serat optik

Input pulse

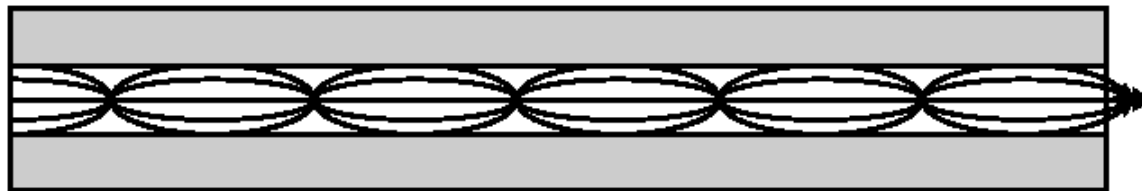
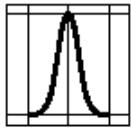


Output pulse

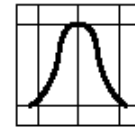


Step-index multimode. Used with 850nm, 1300 nm source.

Input pulse

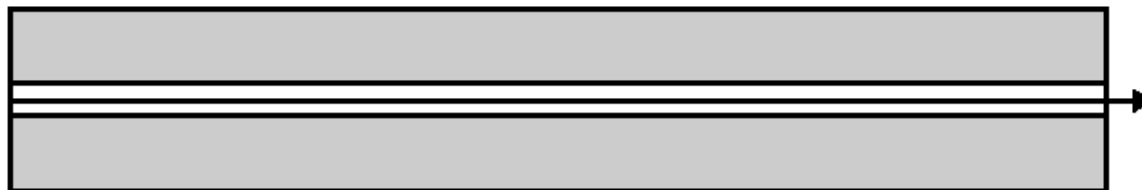


Output pulse

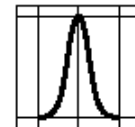


Graded-index multimode. Used with 850nm, 1300 nm source.

Input pulse

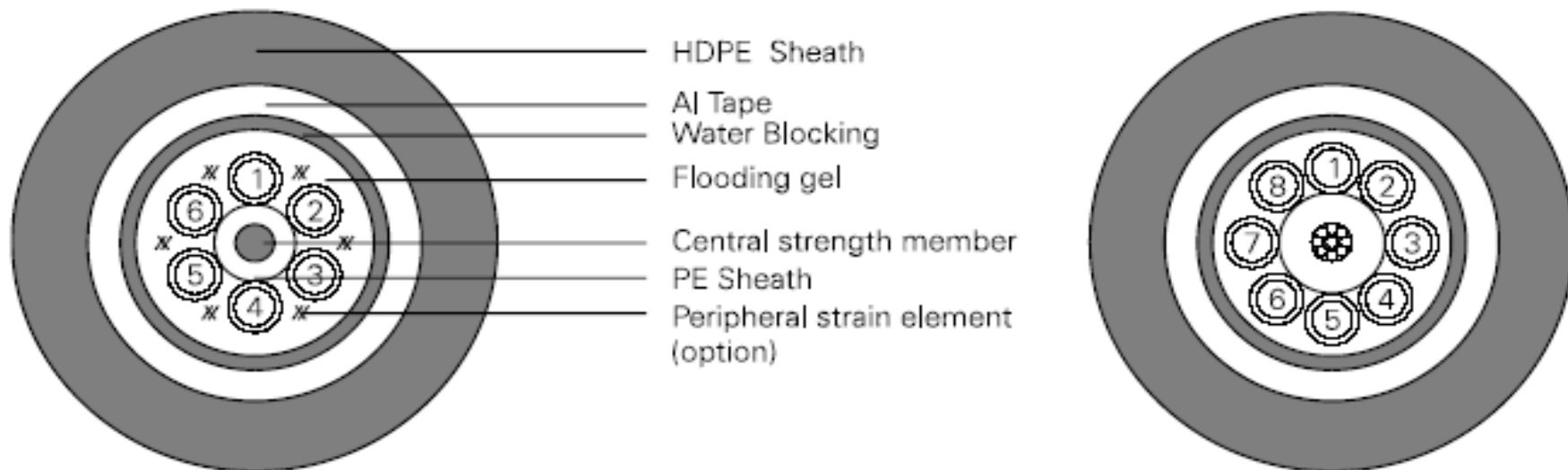
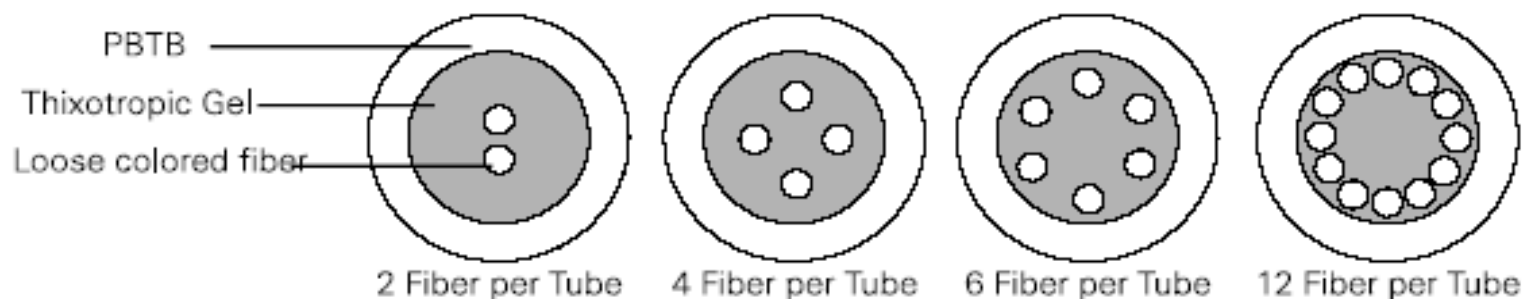


Output pulse

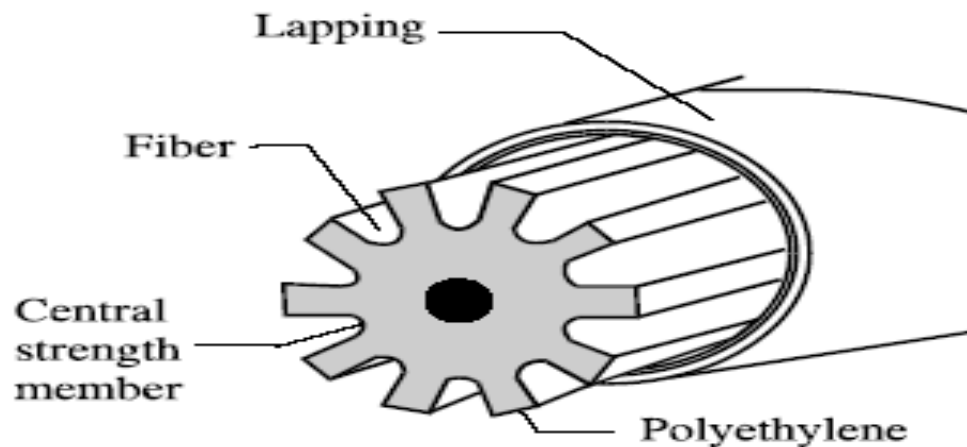


Single mode. Used with 1300 nm, 1550 nm source.

Penampang Kabel Optik Jenis Loose Tube



Penampang Kabel Optik Jenis Slot

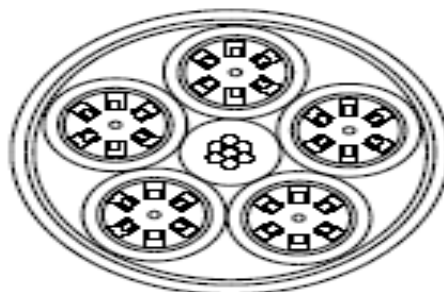


1000-fiber cable



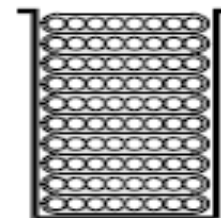
30mm

3000-fiber cable



50mm

10 fiber ribbons in one slot



0.3 mm-thickness 8 fiber ribbon

Spesifikasi pemakaian Fiber Optic

- Indoor cable:
 - Menggunakan LED sebagai sumber cahaya
 - Attenuation 3,5 dB/km (kehilangan 3,5 dB per kilometer signal)
 - Panjang gelombang cahaya yang digunakan 850 nM (nano meter)
 - Menggunakan Multimode, dapat melewatkan berbagai cahaya
- Outdoor cable :
 - Menggunakan Laser sebagai sumber cahaya
 - Attenuation 1 dB/Km
 - Panjang gelombang 1170 nM (nano meter)
 - Monomode (single mode)

MEDIA WIRELESS

- Jaringan wireless/nirkabel adalah teknologi jaringan yang memanfaatkan **gelombang elektromagnetik** melalui udara sebagai media untuk mengirimkan informasi dari pengirim ke penerima.
- Teknologi ini muncul sebagai jawaban atas keterbatasan jaringan wireline. Mobilitas manusia yang tinggi dan informasi yang selalu dekat menjadi faktor pendorong utama berkembangnya teknologi ini.
- Beberapa teknologi wireless yang telah dikembangkan antara lain : WiFi, Bluetooth, WiMAX, VSAT, Infrared.

Propagasi Gelombang Radio

📖 Adalah peristiwa perambatan gelombang radio dari antena pemancar ke antena penerima



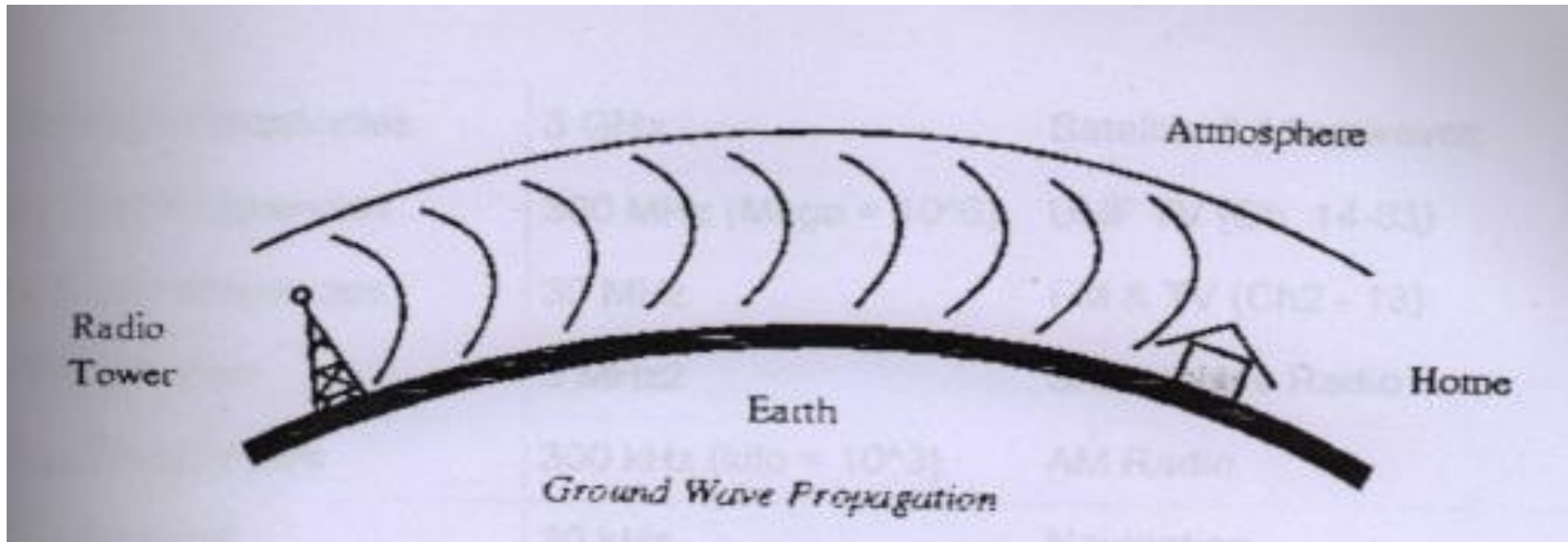
Propagasi Wireless

- Sinyal berjalan melalui tiga rute
 - Gelombang tanah (*Ground wave*)
 - Mengikuti contour bumi
 - Sd 2MHz
 - Radio AM
 - Gelombang langit (*Sky wave*)
 - Amateur radio, BBC world service, Voice of America
 - Sinyal dipantulkan dari lapisan ionosphere dari bagian atas atmosphere
 - (Persisnya refracted)
 - Line of sight
 - Di atas 30Mhz
 - Mungkin lebih dari optical line of sight krn refraction

RF Propagation

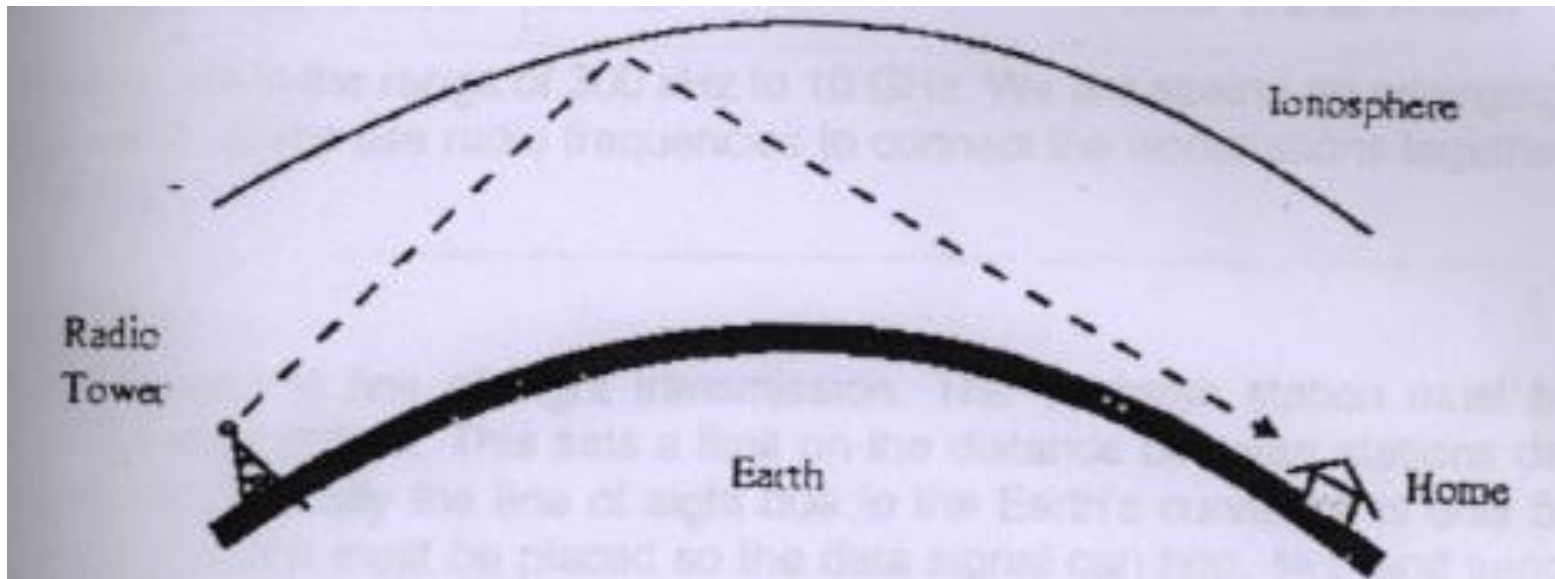
1. Ground wave

- perambatan gelombang radio mengikuti kontur / curve permukaan bumi
- beroperasi sampai frekuensi 2 MHz



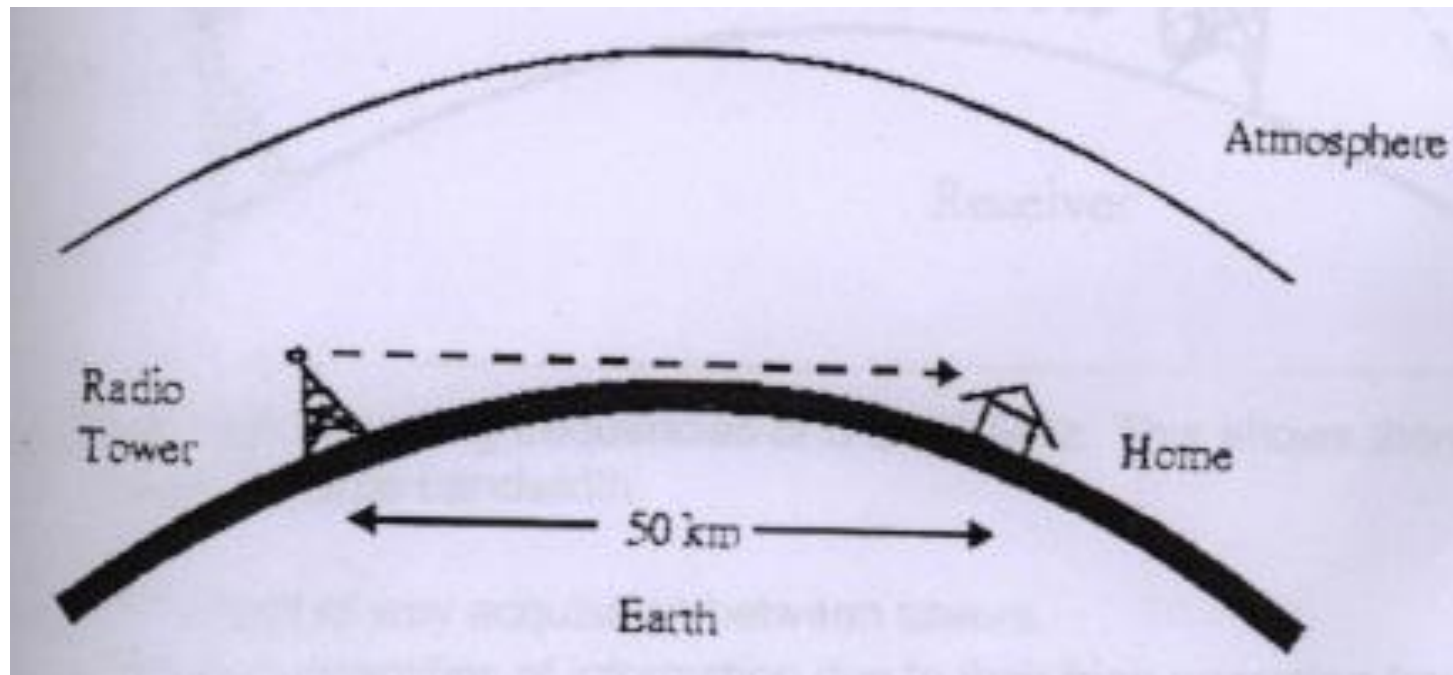
2. Ionospheric propagation

- Dapat dipantulkan oleh lapisan ionosphere
- Beroperasi pada frekuensi 30 – 85 Mhz



3. Line of Sight (LoS) Propagation

- Dibatasi oleh curve permukaan bumi
- 100 Km horizontal
- Disebut juga sebagai gelombang luar angkasa



Ciri-ciri Gelombang Radio

- 📖 Gelombang Radio memiliki :
 - 📖 Sifat Gelombang Elektromagnetik , yaitu memiliki Kuat Medan Listrik (E) dan kuat medan magnet (H)
 - 📖 Arah rambatan
 - 📖 Frekwensi
 - 📖 Panjang gelombang
 - 📖 Polarisasi
 - 📖 Rumus Panjang gelombang
 - 📖 $\lambda = c / f$,
 - 📖 Dimana λ = panjang gelombang (m) ,
 - 📖 c = kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^8$ m/dt) ,
 - 📖 frekwensi (Hz)

Spektrum Frekwensi Radio

- 📖 **Ground Wave / Surface Wave (Gelombang Tanah)**
 - 📖 **VLF (Very Low Frequency) : 3 ~ 30 kHz**
 - 📖 **LF (Low Frequency) : 30 ~ 300 kHz**
 - 📖 **MF (Medium Frequency) : 300 ~ 3000 kHz (0.3 ~ 3 MHz)**
 - 📖 **Merambat mengikuti bentuk permukaan tanah**
 - 📖 **Efektif dengan polarisasi vertikal**
- 📖 **Sky Wave (Gelombang Angkasa)**
 - 📖 **HF (High Frequency) : 3 ~ 30 MHz**
 - 📖 **Merambat langsung keangkasa dan dipantulkan oleh lapisan ionosphere**
- 📖 **Gelombang Ruang (Space Wave)**
 - 📖 **VHF (Very High Frequency) : 30 ~ 300 MHz**
 - 📖 **UHF (Ultra High Frequency) : 300 ~ 3000 MHz (0.3 ~ 3 GHz)**
 - 📖 **SHF (Super High Frequency) : 3 ~ 30 GHz**
 - 📖 **EHF (Extra High Frequency) : 30 ~ 300 GHz**
 - 📖 **Perambatan pada ruang bebas**
 - 📖 **agar bebas dari pengaruh redaman tanah maka :**
 - 📖 **untuk polarisasi vertikal , tinggi pemancar harus lebih dari 2 lambda**
 - 📖 **untuk polarisasi horizontal harus lebih besar dari 0.1 lambda**

Komponen Radio

📖 Komponen Radio adalah peralatan-peralatan yang mempunyai fungsi pembangkitan, memproses dan menyalurkan atau mentransmisikan sinyal RF

📖 Terdiri dari :

📖 Transmitter

📖 Up Converter

📖 Power Amplifier

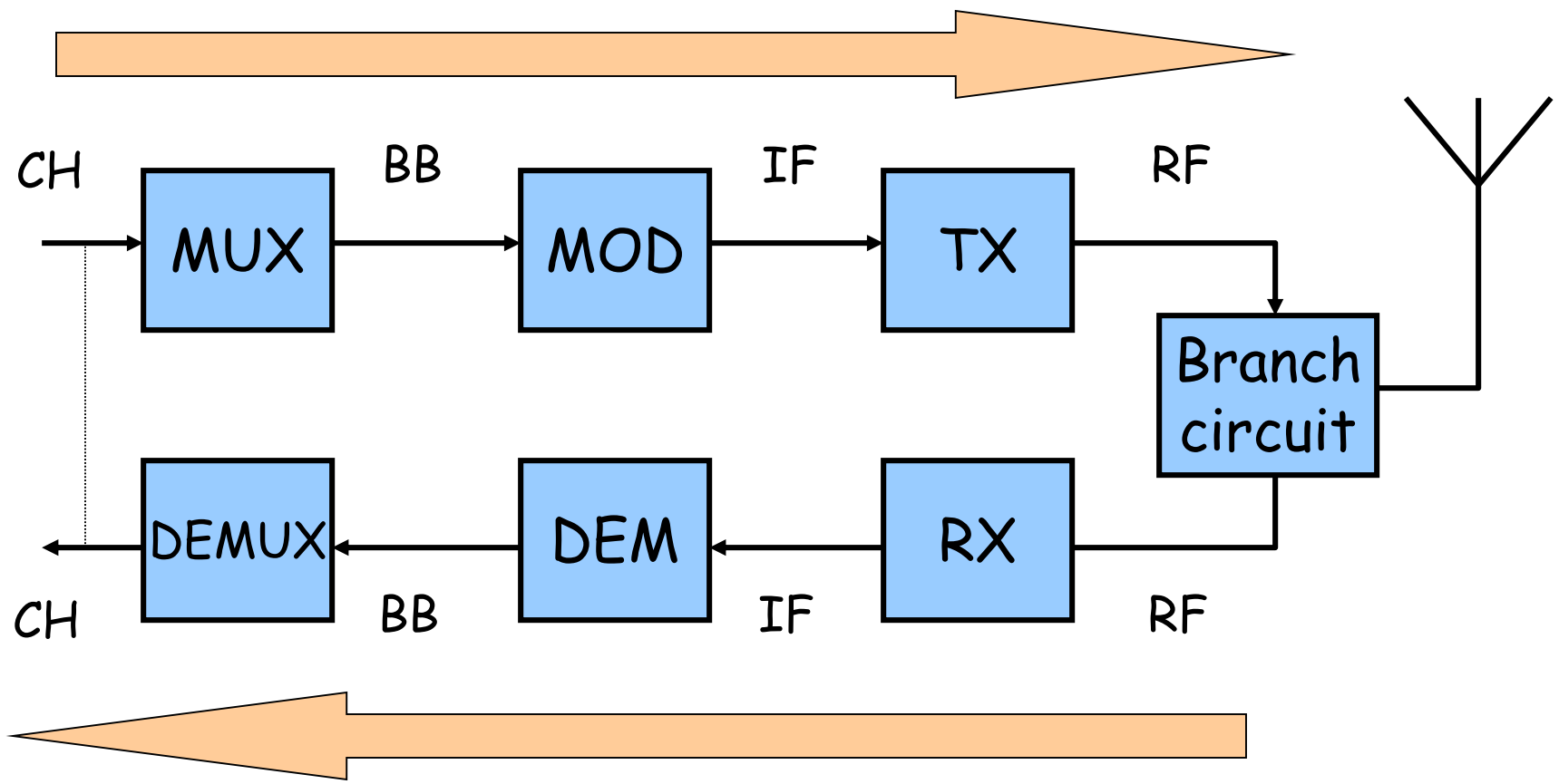
📖 Receiver

📖 Down Converter

📖 RF Amplifier / AGC / LNA (Low Noise Amplifier)

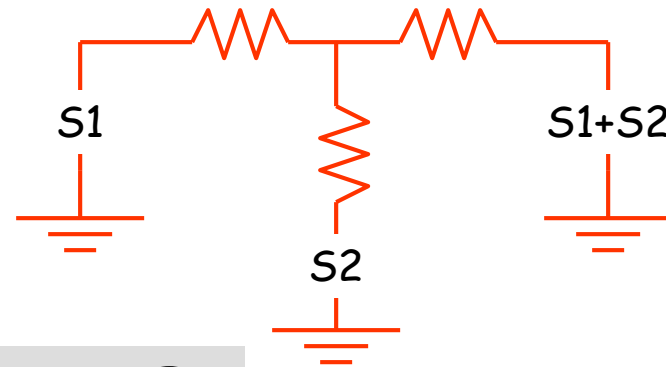
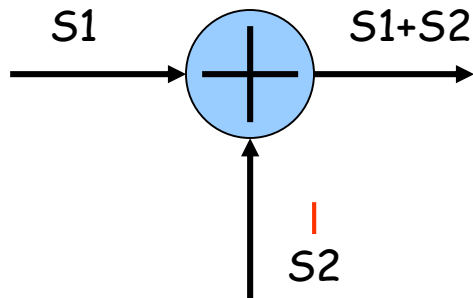
📖 Branching , Feeder dan Antena

Komponen Radio

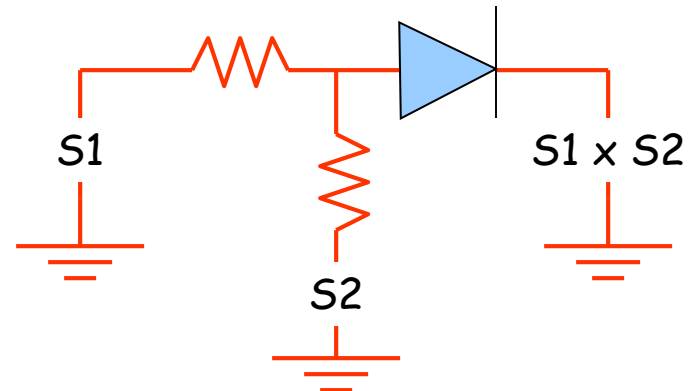
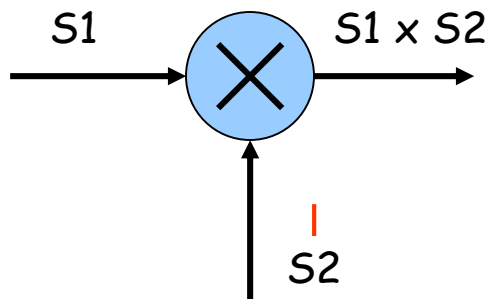


Converter

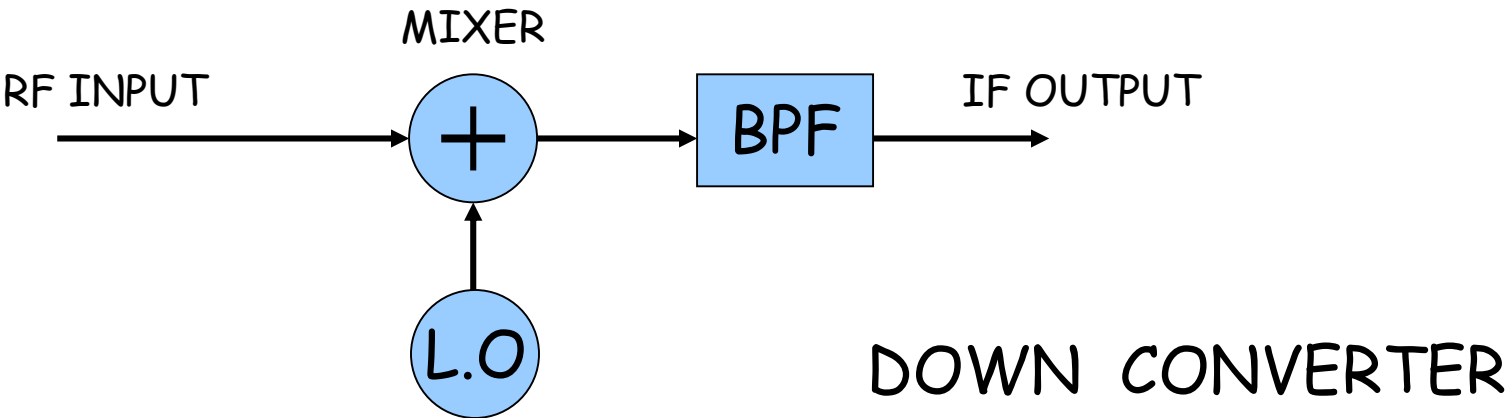
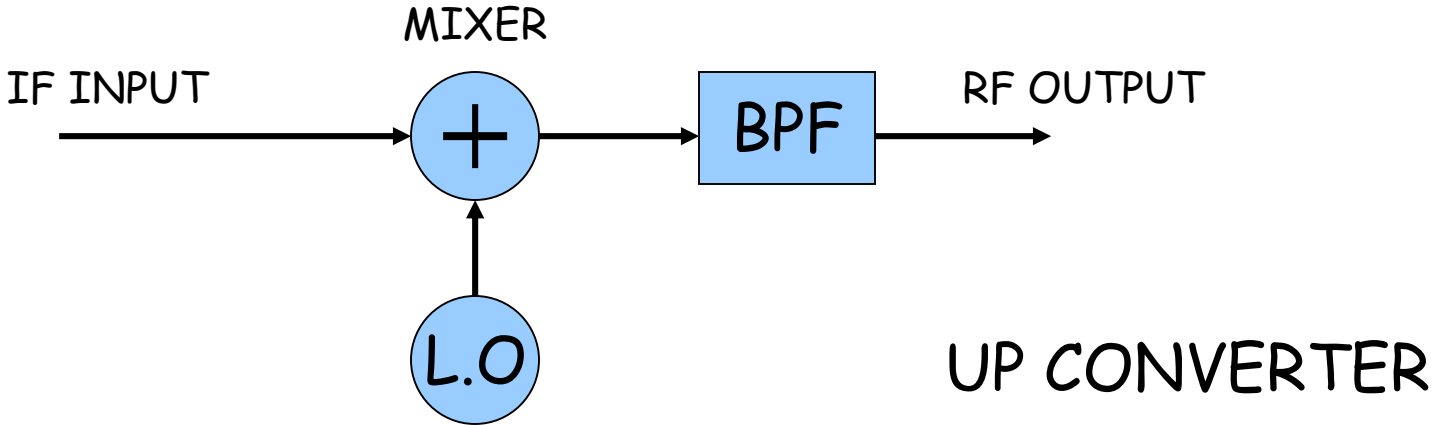
MIXER



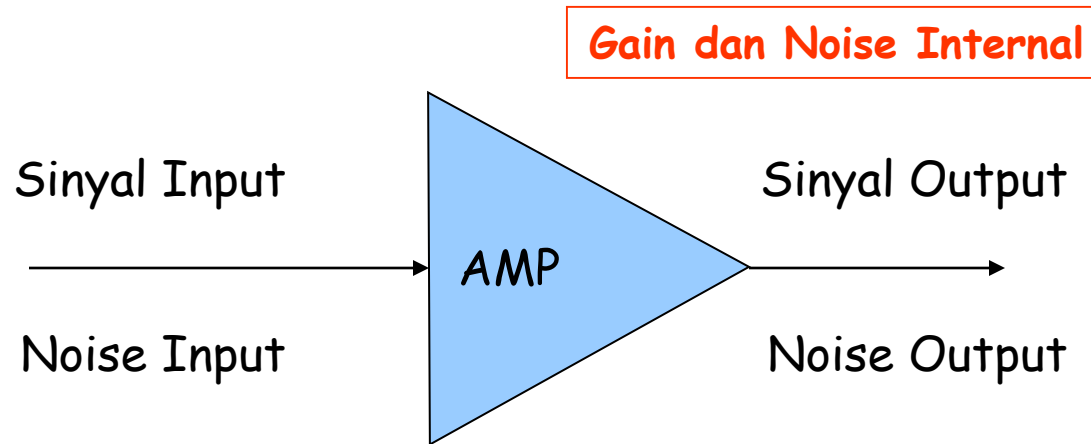
COMBINER



Up & Down Converter

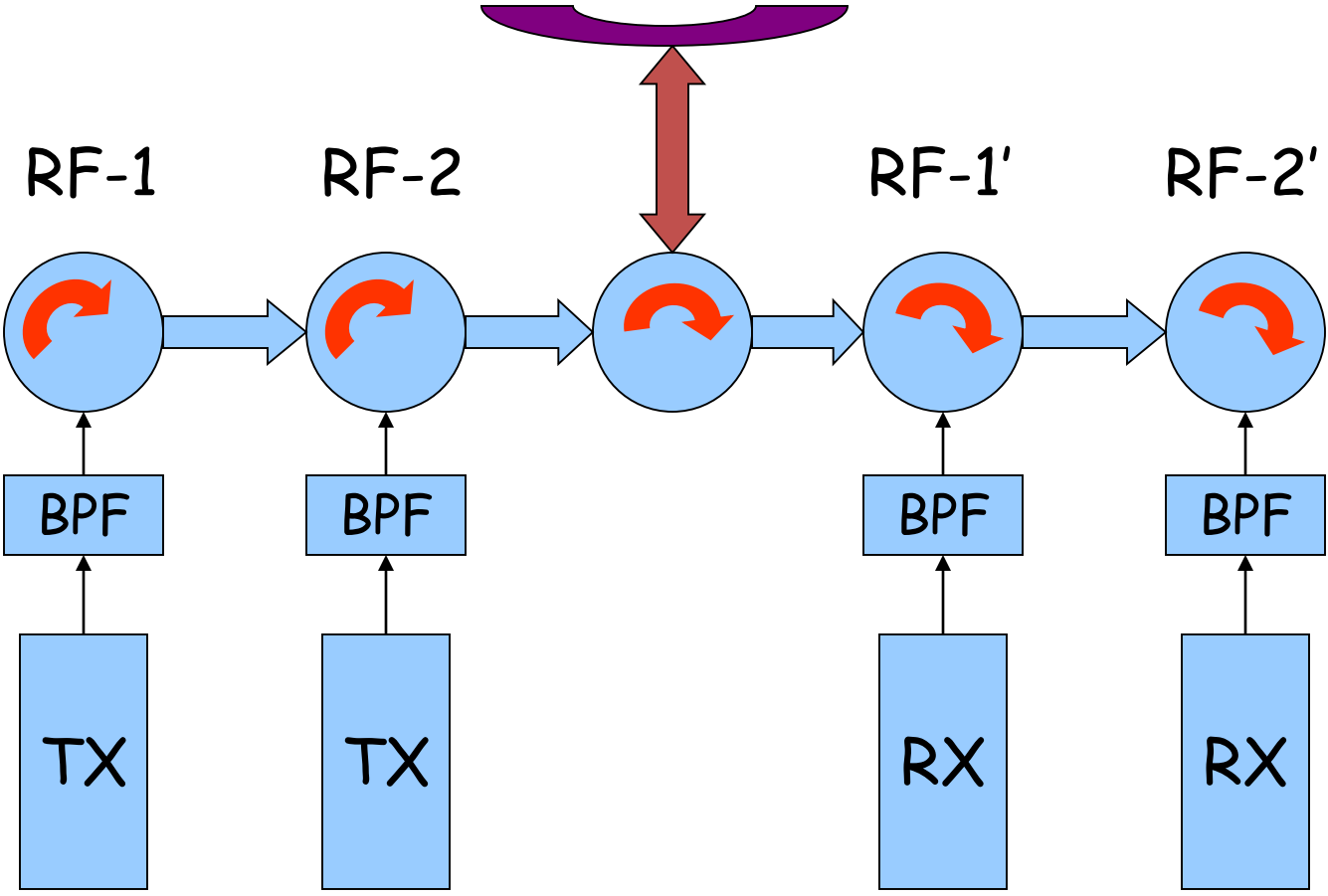


Low Noise Amplifier (LNA)

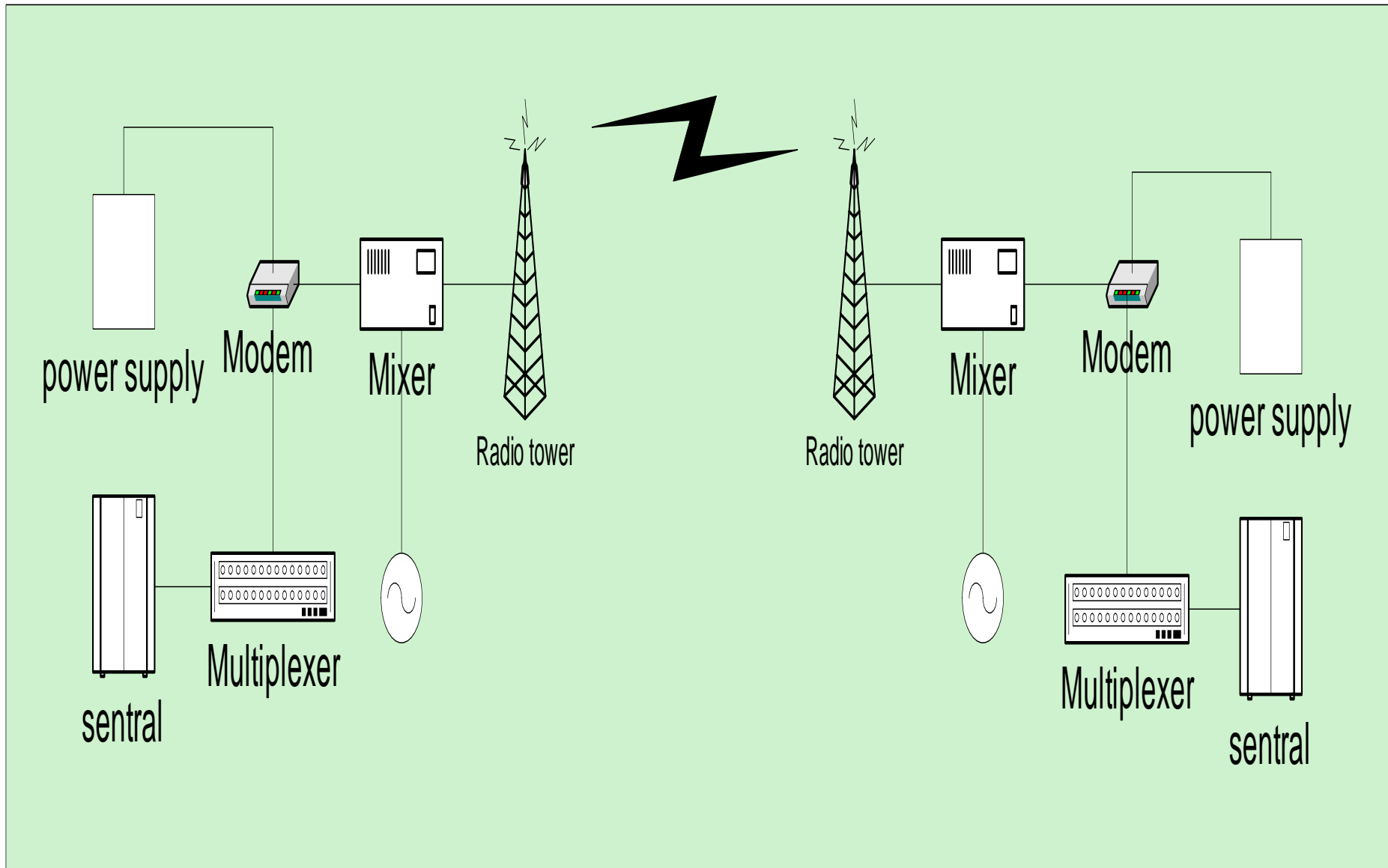


$$\text{Noise Figure NF} = \frac{(S/N)_{\text{Input}}}{(S/N)_{\text{Input}}}$$

Branching Circuit & Feeder



Sistem Komunikasi Radio (WIRELESS)



Perambatan Gelombang Radio

a. Redaman Ruang Bebas (*Free Space Loss*)

dianggap sebagai redaman ruang bebas (*free space loss*) jika *clearance* bebas dari penghalang

b. Daerah Fresnel

$$L_{fs} = 32,45 + 20 \cdot \log(f_{MHz}) + 20 \cdot \log(d_{km})$$

tempat kedudukan titik-titik sinyal tak langsung dalam lintasan gelombang radio dimana daerah tersebut dibatasi oleh gelombang tak langsung yang lain dengan beda panjang lintasan kelipatan dari setengah panjang gelombang langsung. Jari-jari daerah fresnel ke-n dirumuskan pada persamaan berikut :

$$R_n = 17,3 \sqrt{\frac{n \cdot d_1 \cdot d_2}{f \cdot d}}$$

LOS/GEL MIKRO

- Bekerja pd frek gel mikro
- Antena pemancar dan penerima harus dapat saling melihat/bebas pandang (Fresnel zone)
- Jarak lintasan sekitar 40 Km

Microwave

- Range frekuensi: 1 - 40 GHz
- Transmisi dilakukan secara line of sight (LOS)
- Tidak dapat menembus dinding (solid objects; contoh: bangunan)
- Digunakan untuk komunikasi terrestrial (earth-to-earth) dan satelit
- Di atas 8 GHz, diserap oleh partikel air
 - Jadi hujan dapat menggagalkan transmisi

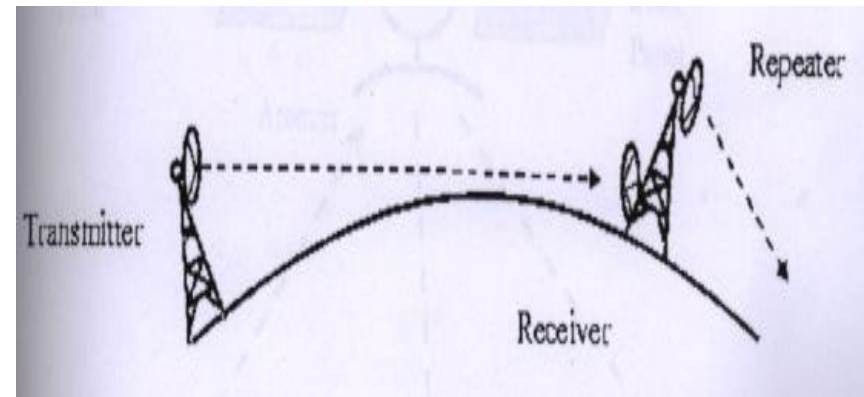
Propagasi Lewat Gel Microwave Terrestrial



- Hubungan disebut Line Off Sight (tanpa halangan)
- Frekwensi Gelombang yang digunakan > 1 GHz
- Masalah utama yang harus diperhatikan adalah redaman hujan (rain attenuation) dan gangguan karena pantulan serta lapisan udara yang tidak seragam (fading)
- Jarak antara pemancar dan penerima 30 – 100 km
- Ketinggian antena merupakan masalah yang harus diperhitungkan. Karena menara tidaklah murah.
- Pembangunan bisa memakan waktu lama karena waktu untuk pembangunan site (lokasi pemancar dan penerima)
- Repeater bisa ditaruh diatas gunung tinggi yang berhutan lebat dengan menggunakan solar panel untuk tenaga listriknya

Keuntungan Menggunakan Gelombang Mikro / Microwave

- Akuisisi antar tower tidak begitu dibutuhkan
- Dapat membawa jumlah data yang besar
- Biaya murah, karena setiap tower antena tidak memerlukan lahan yang luas
- Frekuensi tinggi atau gelombang pendek hanya membutuhkan antena yang kecil



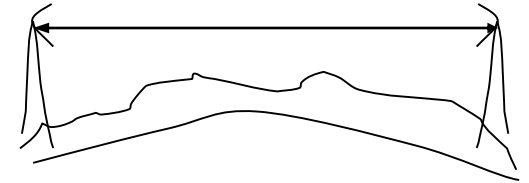
Kelemahan Gelombang Mikro / Microwave

- Attenuasi dipengaruhi oleh benda pejal
- Terpantulkan oleh permukaan datar, misal air atau metal/logam

Line of Sight : (Lintasan bebas pandang)

Redaman ruang bebas (Free Space Loss / FSL)

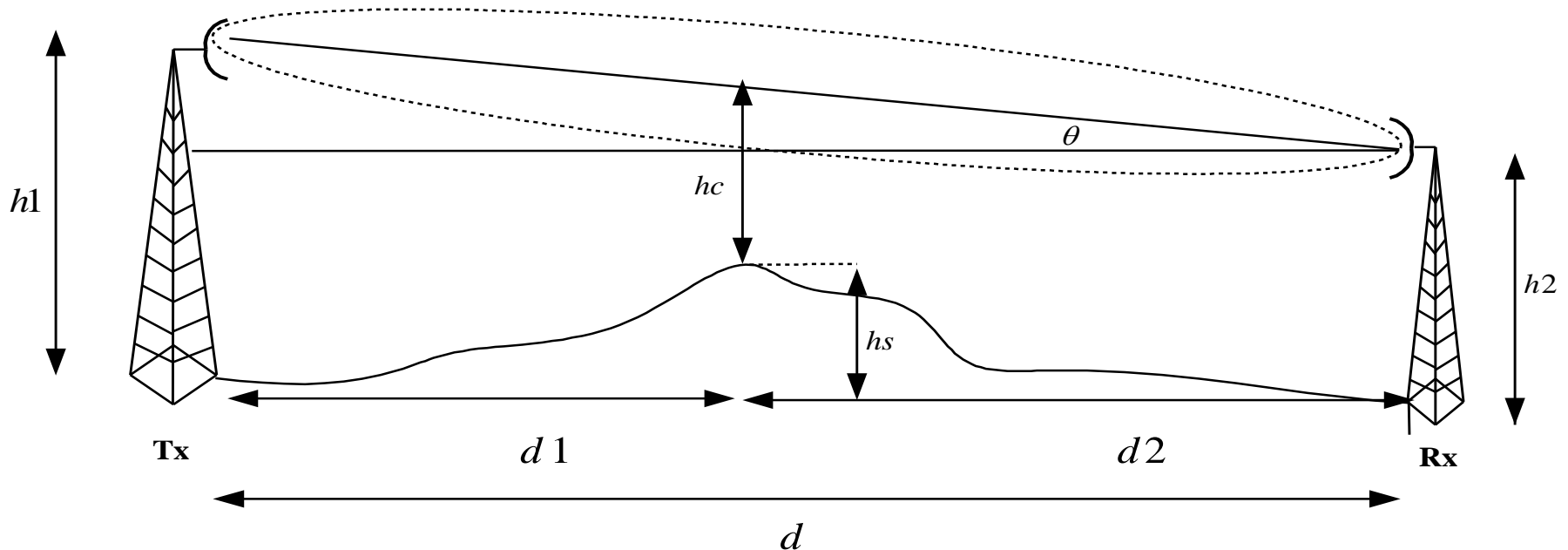
$$\text{FSL} = 32.45 + 20 \text{ Log } d + 20 \text{ Log } f$$



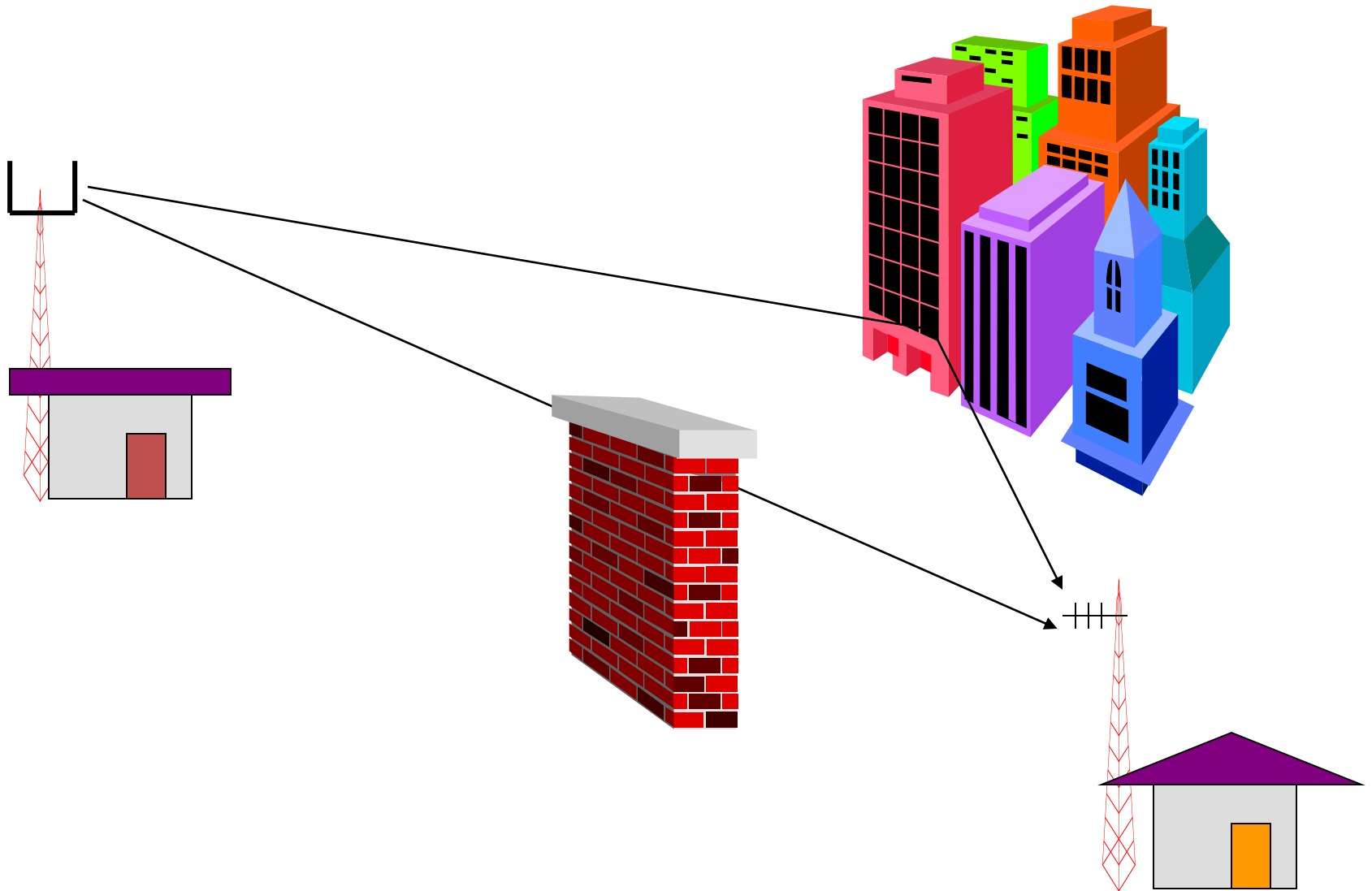
FSL dalam satuan dB

d Jarak antenna pemancar - penerima dalam satuan km

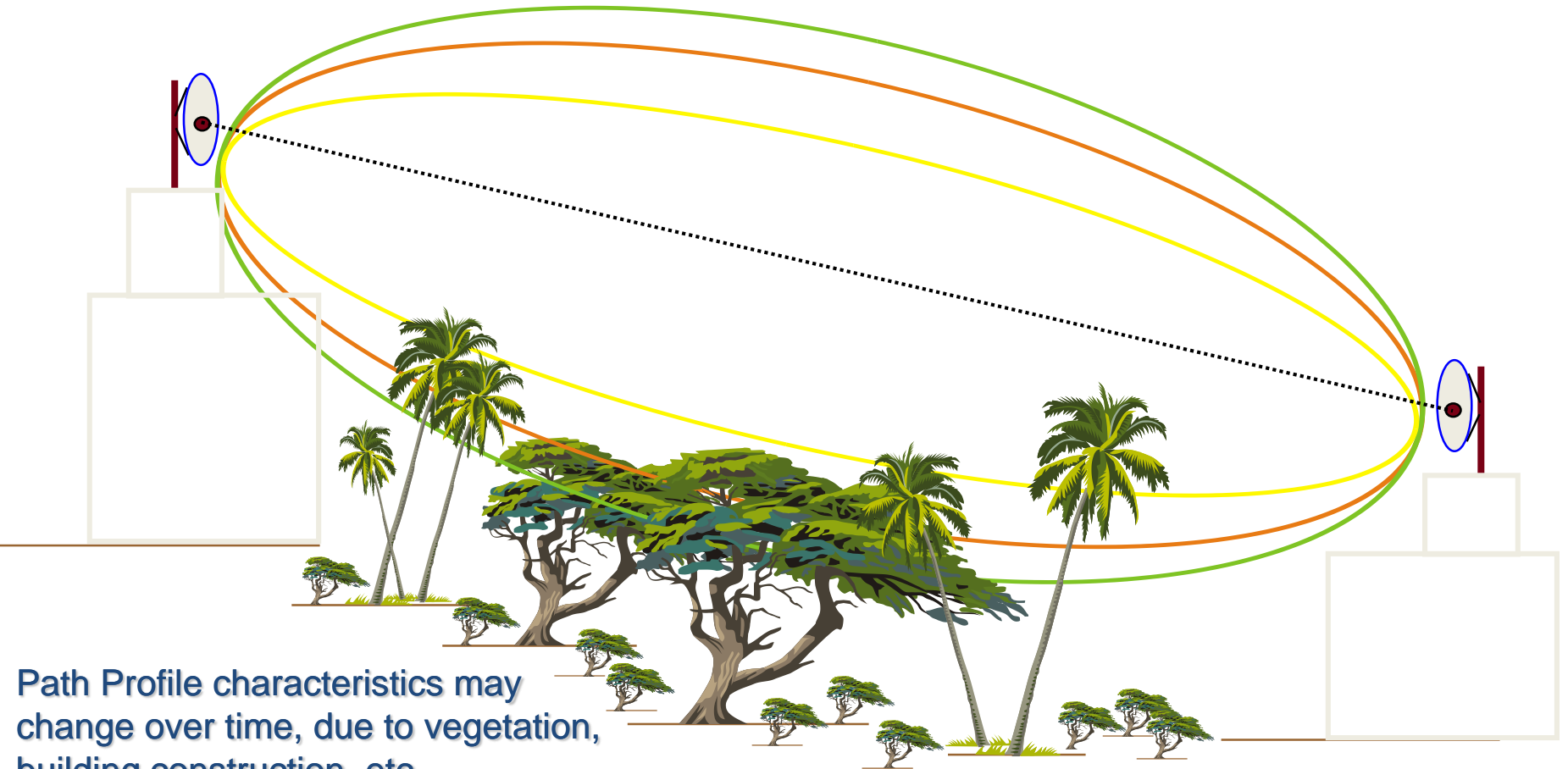
f Frekwensi dalam satuan MHz



Multipath Fading

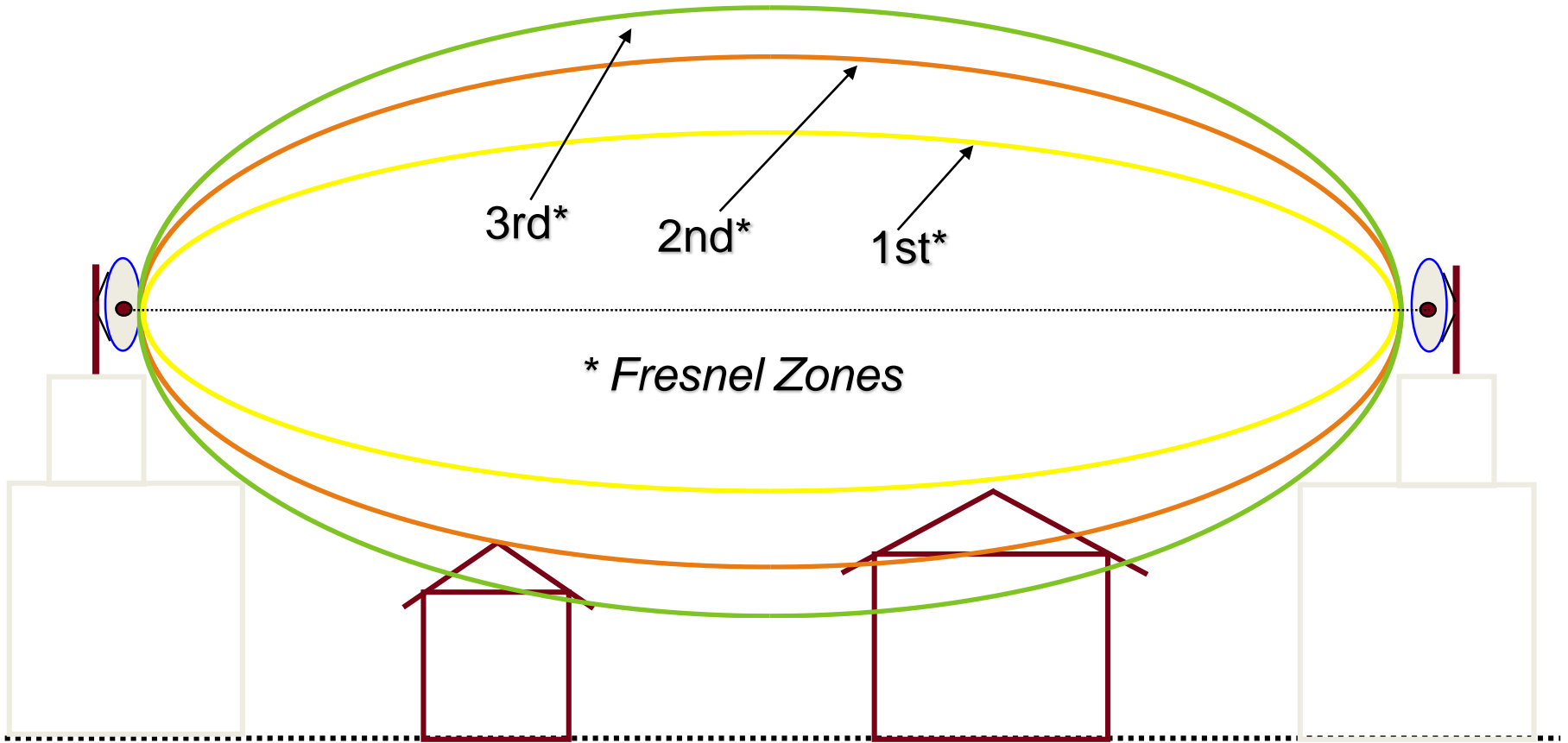


The Path Profile (Profile Lintasan)

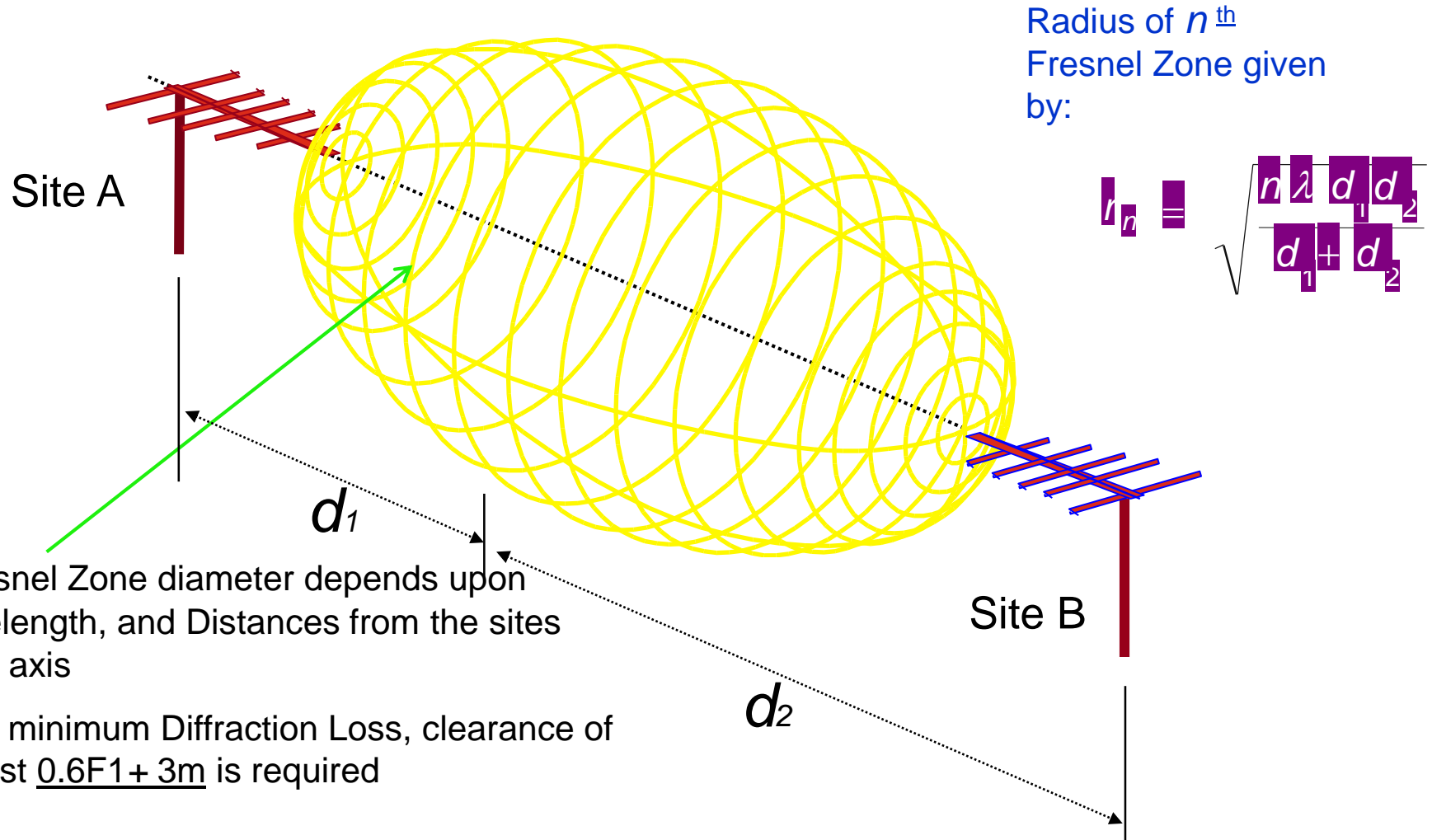


Path Profile characteristics may change over time, due to vegetation, building construction, etc.

Fresnel Zones



The First Fresnel Zone



- Fresnel Zone diameter depends upon Wavelength, and Distances from the sites along axis
- For minimum Diffraction Loss, clearance of at least $0.6F_1 + 3m$ is required

Terrestrial Wireless

- Digunakan untuk keperluan telekomunikasi komersial, telepon seluler, serta LAN jarak pendek dan menengah
- Contoh: wireless LAN IEEE 802.11 yang bekerja pada band 2.4

Freq. Band	Use	Range	Data Rate
824 - 894 MHz	Analog cell phones (AMPS)	20 km per cell	13 kbps/channel
902-928 MHz	License free in North America		
1.7 - 2.3 GHz	PCS digital cell phones	< 1 km per cell	
1.8 GHz	GSM digital cell phones		16 kbps/channel
2.400-2.484 GHz	global license free band		
2.4 GHz	802.11, Lucent WaveLAN	100 m - 25 km	2 - 11 Mbps
2.45 GHz	Bluetooth	about 10 m	1 Mbps
4 - 6 GHz	commercial (telecomm.)	40 - 80 km	100 Mbps
Infrared	short distance line of sight	5 - 100 m	1 Mbps

Satelit

Satelit adalah sebuah transponder yang diorbitkan pada orbit geostationary yang bertugas menerima sebuah frekuensi dan meretransmisikan ke tempat lain.

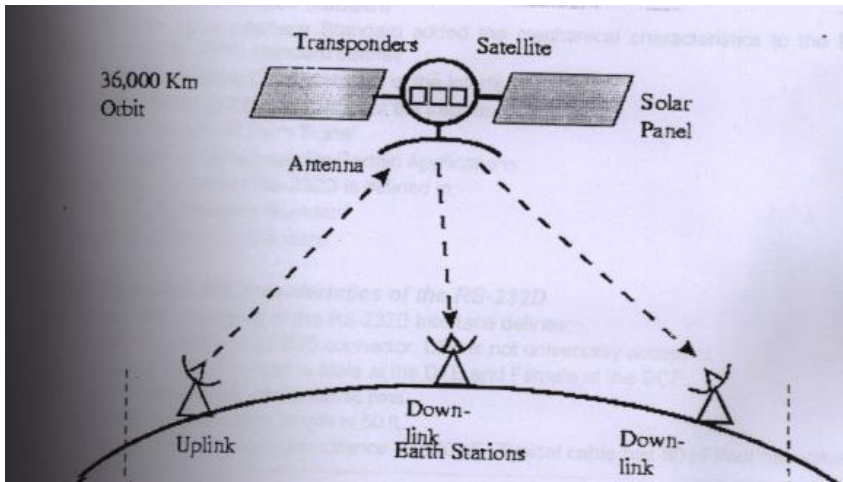
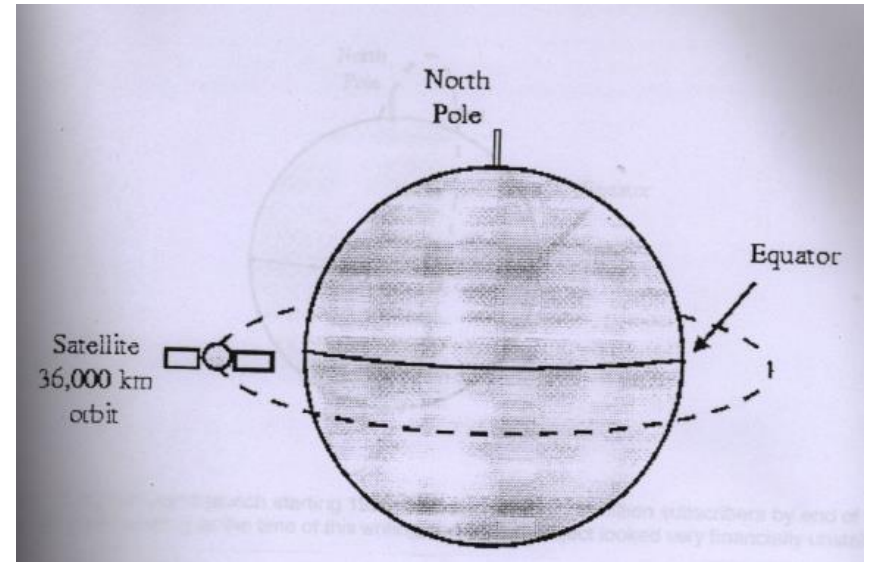
- Geostationary : 36.000 Km diatas permukaan bumi
- LEO (Low Earth Orbit) : 900 – 10.000 Km diatas permukaan bumi, membutuhkan 66 satelit LEO agar dapat meng-cover seluruh permukaan bumi

Uplink : mentransmisikan data ke satelit

Downlink : menerima data dari satelit

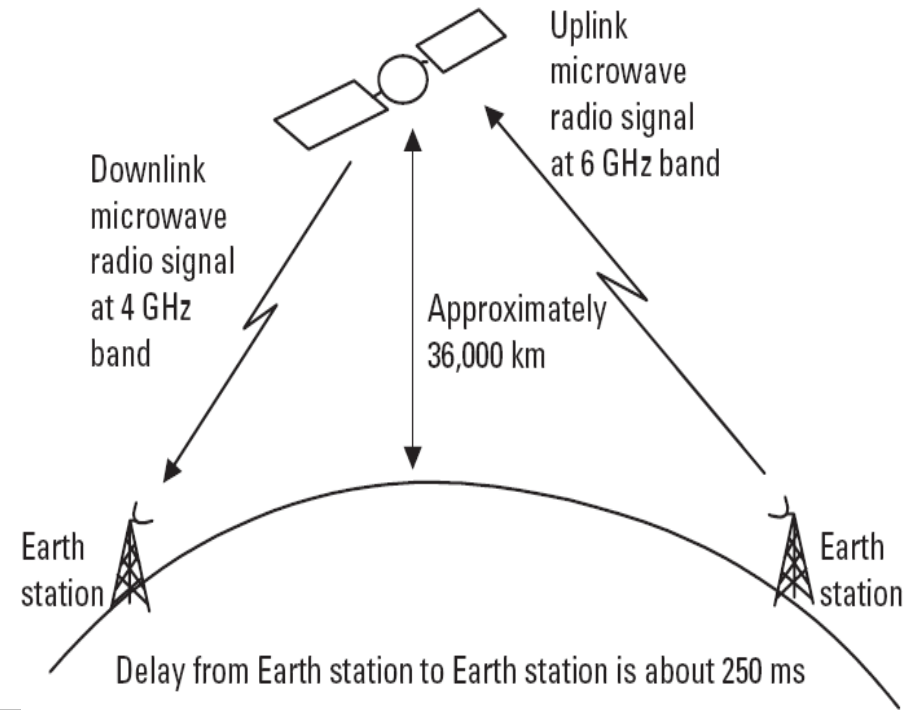
Biasanya frekuensi uplink lebih tinggi daripada downlink

Satelit



Satellite Microwave

- Range frekuensi optimal yang digunakan adalah: 1 - 10 GHz
 - Dibawah 1 GHz akan terpengaruh dari alam dan *man-made sources*
 - Di atas 10 GHz akan teredam atmosfer



Band (GHz)	Name	Uplink	Download	Use
4/6	C	5.9 - 6.4	3.7 - 4.2	commercial
7/8	X	7.9 - 8.4	7.9 - 8.4	military
11/14	Ku	14.0 - 14.5	11.7 - 12.2	commercial
20/30	Ka	27.5 - 30.5	17.7 - 21.2	military
20/44	Q	43.4 - 45.5	20.2 - 21.3	military