



**Telkom**  
University

# **Pengantar Teknik Telekomunikasi (PTT)**

**Pertemuan 14 : Pengantar Sistem  
Komunikasi Terestrial, Sistem  
Komunikasi Satelit dan Sistem  
Komunikasi Bergerak**

**Oleh : Team Dosen PTT S1-TT**

**Verzi : Maret 2020**

## Tujuan yang ingin dicapai pada pertemuan ini

- 1 Mahasiswa mengetahui dasar dari sistem komunikasi terestrial
- 2 Mahasiswa mengetahui dasar dari sistem komunikasi satelit
- 3 Mahasiswa mengetahui dasar dari sistem komunikasi seluler

### Disclaimer:

Gambar-gambar foto dalam slide ini diperoleh dari Internet, dan **copyright** pada **pemiliknya masing-masing**. Pemakaian pada slide ini hanya untuk keperluan ilustrasi.

# Daftar Isi

**1** Pendahuluan

**2** Terrestrial

**3** Satelit

**4** Selular

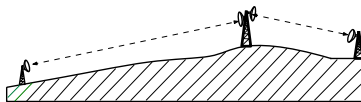
# Pendahuluan

- Sistem komunikasi terestrial, sistem komunikasi satelit dan sistem komunikasi seluler adalah sistem komunikasi yang menggunakan **media transmisi udara** atau tanpa kabel (wireless)
- Pada ketiga transmisi ini, penggunaan antena diperlukan untuk transmisi dan resepsi gelombang ke udara dan dari udara.
- Terkait konsep dasar antena, silakan tonton video di youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=aAcDM2ypBfE>
- Antena sendiri akan dipelajari pada mata kuliah khusus yaitu **Antena dan Propagasi**

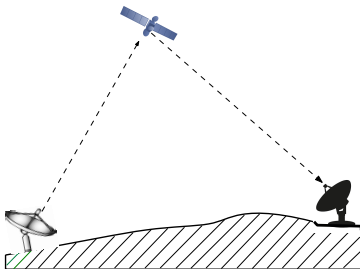
## Sistem komunikasi wireless

- 1 Tiga sistem komunikasi yang akan dibahas secara garis besar pada slide ini
- 2 Sistem komunikasi terestrial (terrestrial = darat atau bumi) adalah sistem komunikasi pada suatu **titik di permukaan bumi** ke **titik lainnya di permukaan bumi**.
- 3 Sistem komunikasi satelit adalah sistem komunikasi dari suatu titik di bumi ke titik lainnya di bumi dengan relay berupa satelit.
- 4 Sistem komunikasi selular adalah sistem komunikasi darat yang mana area di permukaan bumi dibagi-bagi menjadi sel-sel dengan ukuran tertentu. Setiap user atau terminal yang akan berkomunikasi memiliki kapabilitas untuk bergerak (**mobile**) dan untuk menghubungkan setiap terminal ke jaringan atau terminal atau station lain, maka di pusat sel terdapat penerima pusat yang disebut **Base Station**.

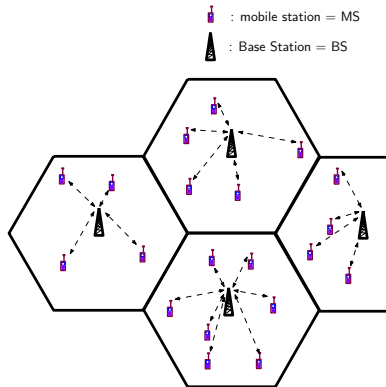
# Perbandingan tiga sistem komunikasi wireless yang ditinjau



Sistem komunikasi terestrial



Sistem komunikasi satelit



Sistem komunikasi selular

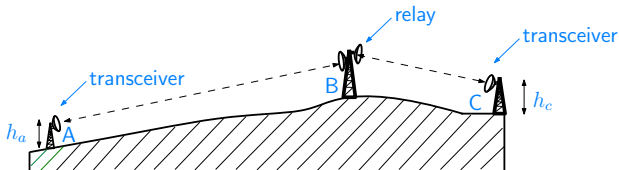
## Zona frekuensi dari ketiga sistem komunikasi

Sistem Komunikasi	Rentang Frekuensi	Tipikal Frekuensi
Terrestrial	300 MHz - 3 GHz	2,4 GHz
Satelit	1-30 GHz	3 GHz
Selular	300 MHz - 3 GHz	800 MHz, 900 MHz, 1.800 MHz, 1.900 MHz

**Keterangan :** Teknologi Selular berkembang dari generasi 1 (**1G, analog**) ke generasi yang lebih canggih (**2G, digital**) **Generasi 3G, digital, Generasi 4G, digital**. Frekuensi bergeser dari rendah 800-900 MHz, ke frekuensi tinggi 1.800-1.900 MHz)

# Sistem Komunikasi Terrestrial

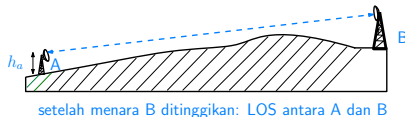
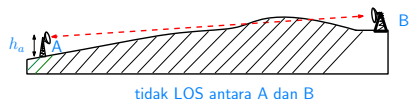
- 1 Sistem komunikasi terrestrial adalah sistem komunikasi antara titik ke titik di permukaan bumi.
- 2 Oleh karena kelengkungan bumi dan juga mungkin kontur muka bumi (gunung, bukit, lembah), untuk menjangkau jarak yang jauh diperlukan relay.
- 3 Untuk menjangkau jarak yang jauh juga, maka antena biasanya diletakkan di menara (tower) yang tinggi (setinggi mungkin jika bisa).
- 4 Hanya saja, semakin tinggi, biaya instalasi dan perawatan juga semakin besar.





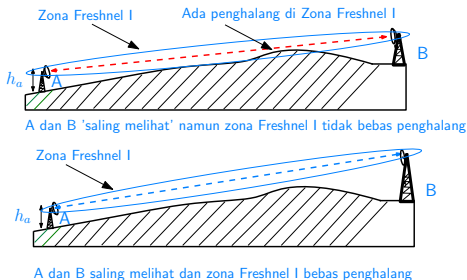
# Sistem Komunikasi Terrestrial

- 1 Pada sistem komunikasi terrestrial, antara antena pemancar dan antena penerima diusahakan untuk '**saling melihat**'
- 2 Komunikasi antara pemancar dan penerima yang saling melihat ini disebut **Line of Sight (LOS)**
- 3 Jika **tidak LOS** karena adanya penghalang, maka menara antena pemancar atau penerima atau keduanya **ditinggikan**, atau letak dari antena pemancar atau penerima dipindahkan sehingga terjadi LOS.



# Sistem Komunikasi Terrestrial

- 1 Dalam sistem komunikasi, syarat LOS **tidak hanya** kedua sistem pemancar dan penerima saling melihat, namun juga **zona Freshnel I** bebas penghalang
- 2 **Zona Freshnel I** didefinisikan sebagai area di dalam **elipsoid** dengan **pemancar** dan **penerima** sebagai **titik fokus**-nya, dan selisih jarak antara lintasan langsung dengan lintasan yang melalui permukaan elipsoid adalah  $\frac{\lambda}{2}$



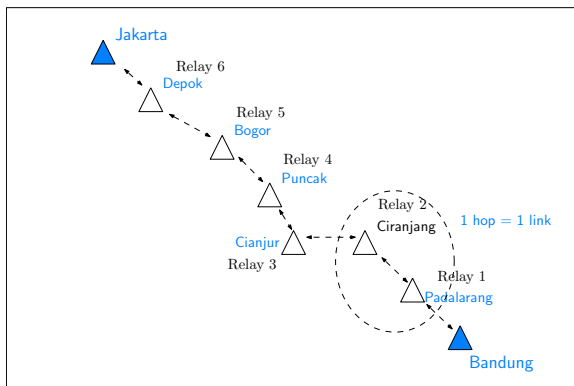
## Sistem Komunikasi Terrestrial

- 1 Jika dua titik **tidak dapat diupayakan LOS** dengan **menambah tinggi menara pemancar atau penerima**, maka **relay** dapat dipasang antara keduanya.
- 2 Tentu saja menambah relay berarti menambah biaya instalasi dan perawatan
- 3 **Relay** dipasang jika meninggikan antena sudah tidak mungkin lagi.
- 4 Relay berfungsi menerima sinyal dari pemancar, dan meneruskannya ke penerima
- 5 Relay dapat memperkuat dulu sinyal yang ia terima sebelum dilanjutkan ke penerima
- 6 Untuk menjangkau jarak yang sangat jauh, jumlah relay menjadi banyak (misal untuk menghubungkan **Bandung** ke **Jakarta** (130km) dengan Sistem Terrestrial, dengan asumsi 1 hop adalah **20 km**, maka diperlukan sekitar **6 relay**)

## Sistem Komunikasi Terestrial

- 1 Jika dua titik **tidak dapat diupayakan LOS** dengan **menambah tinggi menara pemancar atau penerima**, maka **relay** dapat dipasang antara keduanya.
- 2 Tentu saja menambah relay berarti menambah biaya instalasi dan perawatan
- 3 **Relay** dipasang jika meninggikan antena sudah tidak mungkin lagi.
- 4 Relay berfungsi menerima sinyal dari pemancar, dan meneruskannya ke penerima
- 5 Relay dapat memperkuat dulu sinyal yang ia terima sebelum dilanjutkan ke penerima
- 6 Untuk menjangkau jarak yang sangat jauh, jumlah relay menjadi banyak (misal untuk menghubungkan **Bandung** ke **Jakarta** (130km) dengan Sistem Teresterial, dengan asumsi 1 hop adalah **20 km**, maka diperlukan sekitar **6 relay**)

# Sistem Komunikasi Terrestrial



Contoh koneksi terestrial Bandung ke Jakarta dan sebaliknya (hanya ilustrasi), jumlah relay aktual dipengaruhi kontur bumi. Antara Cianjur ke Puncak, mungkin perlu dipasang beberapa relay karena banyak penghalang gunung dan bukit. (**1 hop** = jarak dua relay berdekatan)

## Sistem Komunikasi Terrestrial

- 1 **Sistem komunikasi terrestrial** biasanya diimplementasikan oleh **perusahaan besar** atau **jawatan**
- 2 **Contoh:** Perusahaan Kereta Api (PJKA) menggunakan sistem terrestrial untuk memantau **perjalanan kereta api** serta **monitoring rel** pada **setiap stasiun**
- 3 Juga dapat digunakan oleh perusahaan telekomunikasi, khususnya untuk menjangkau lokasi-lokasi yang sulit dicapai kabel
- 4 Sistem terrestrial sempat populer pada tahun **1950-1990-an**
- 5 Saat ini, perlahan peran dari sistem komunikasi terrestrial **berkurang** karena berkembangnya teknologi pesaing yaitu **satelit, optik, dan selular.**

# Sistem Komunikasi Terrestrial

- 1 Salah satu permasalahan dari sistem komunikasi terrestrial adalah **cuaca**
- 2 Jika komunikasi dilakukan pada frekuensi tinggi misalnya lebih dari 1 GHz) maka **air hujan** dan **uap air** akan meredam sinyal yang dikirim
- 3 Akibatnya, komunikasi akan terganggu pada kondisi **hujan** atau **kabut** yang tebal
- 4 Pada masa kini, **jaringan terrestrial** digunakan sebagai sistem komunikasi **back up** atau **cadangan**, jika mode komunikasi yang lain seperti selular, optik, dan satelit sedang tidak berfungsi.

## Sistem Komunikasi Satelit

- 1 Untuk menjangkau wilayah yang **luas** dalam **waktu yang cepat**, maka **sistem komunikasi satelit** (siskomsat) adalah jawabannya.
- 2 Sistem komunikasi satelit adalah sistem komunikasi dengan menggunakan **satelit** sebagai **relay**-nya.
- 3 Indonesia pertama kali menggunakan siskomsat tahun 1976 dengan membeli satelit dari pembuat satelit Amerika yaitu **Hughes**. Peluncuran dilakukan di Kennedy Space Center, tanjung Cenaveral, Florida, Amerika.
- 4 Satelit ini dinamakan **Palapa A1**.
- 5 Satelit ini dibeli pemerintah untuk Perumtel (PT. Telkom waktu itu), dan digunakan untuk siaran TVRI agar dapat menjangkau seluruh wilayah tanah air.

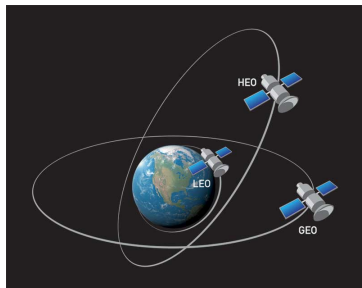


## Sistem Komunikasi Satelit

- 1 Berdasarkan ke sinkronannya dengan putaran bumi, maka terdapat satelit Geostationer dan Non-Geostationer
- 2 Satelit Geostationer adalah satelit yang kecepatan putarnya mengelilingi bumi sama dengan kecepatan rotasi bumi (arahnya putarnya juga sama)
- 3 Dengan kecepatan yang sama ini, maka satelit tersebut tidak berpindah-pindah lokasinya, tetap di atas suatu titik di permukaan bumi
- 4 Negara-negara yang terletak di ekuador adalah beruntung, karena Satelit Geostationer hanya dapat terjadi pada daerah ekuador/katulistiwa
- 5 Berdasarkan **hukum gravitasi Newton**, maka dapat dihitung bahwa satelit Geostationer berada pada ketinggian sekitar **36.000 km**.

## Sistem Komunikasi Satelit

- 1 Satelit non-geostasioner memiliki waktu putar mengelilingi bumi berbeda dengan kecepatan rotasi bumi
- 2 Satelit non-geostasioner tampak berpindah-pindah tempat di bumi.
- 3 Satelit non-geostasioner ini terjadi jika ketinggiannya **kurang** atau lebih dari 36.000 km atau terdapat **sudut inklinasi** terhadap katulistiwa (Contoh Satelit HEO)



## Sistem Komunikasi Satelit

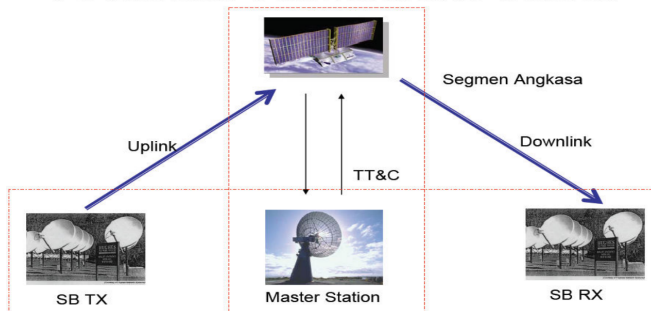
- 1 Satelit LEO : Low earth orbit (tinggi satelit rendah/dekat terhadap bumi)
- 2 Satelit HEO : High earth orbit (tinggi satelit jauh dari bumi)
- 3 Negara-negara subtropis atau dingin umumnya tidak memiliki satelit Geostasioner, dan mereka menggunakan beberapa satelit HEO
- 4 Satelit LEO, karena jaraknya yang dekat dengan bumi, banyak digunakan sebagai satelit **pengamat cuaca**
- 5 Secara arsitektur, siskomsat terdiri dari 4 bagian, yaitu Stasiun Pemancar, Stasiun Penerima, Satelit sebagai relay, dan Stasiun bumi untuk mengendalikan dan memastikan satelit berfungsi baik.

# Sistem Komunikasi Satelit

- 1 Satelit LEO : Low earth orbit (tinggi satelit rendah/dekat terhadap bumi)
- 2 Satelit HEO : High earth orbit (tinggi satelit jauh dari bumi)
- 3 Negara-negara subtropis atau dingin umumnya tidak memiliki satelit Geostasioner, dan mereka menggunakan beberapa satelit HEO
- 4 Secara arsitektur, siskomsat terdiri dari 2 bagian, **space segment** (Satelit) dan **ground segment** (Stasiun Pemancar, Stasiun Penerima, dan Stasiun bumi)
- 5 **Stasiun bumi** atau **master station** berfungsi untuk mengendalikan dan memastikan satelit berfungsi baik.

# Sistem Komunikasi Satelit

## Arsitektur Komunikasi Satelit



Transmisi dari stasiun pemancar (TX) ke satelit disebut **Uplink**, dan dari satelit ke stasiun bumi penerima (RX) di sebut **Downlink**.

## Beberapa layanan siskomsat

- 1 Beberapa layanan siskomsat adalah:
- 2 Layanan telekomunikasi (telepon, fax, telegraf)
- 3 Direct broadcasting service (Siaran radio atau televisi via satelit)
- 4 VSAT (Very small aperture terminal), layanan yang sangat diandalkan untuk mendukung ATM bank sehingga ATM dapat diinstal di berbagai tempat dengan cepat
- 5 Positioning GPS
- 6 Pemantau Cuaca
- 7 SAR (Search and Rescue)

## Untung rugi siskomsat

Keuntungan:

- 1 Daya jangkau sangat luas (dapat menjangkau satu negara)
- 2 Bandwidth cukup lebar
- 3 Aman terhadap bencana yang ada di bumi
- 4 Memberikan layanan mobile (bergerak) yang independen terhadap lokasi
- 5 Tidak memerlukan tower yang tinggi sebagaimana halnya sistem komunikasi terrestrial.

Kerugian:

- 1 Sangat peluncuran, harga satelit, (beserta asuransinya) dan harga pembuatan stasiun kendali sangat mahal.
- 2 Kualitas komunikasi dipengaruhi kondisi atmosfer
- 3 Usaha yang dikeluarkan untuk jarak dekat (Bandung - Semarang) dengan jarak jauh (Bandung - Jayapura) sama saja (distance insensitive)

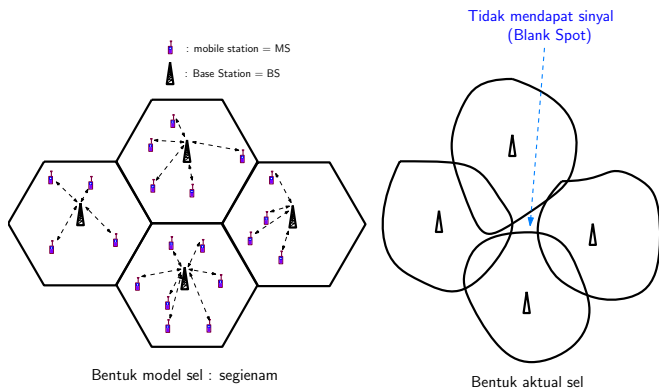
# Sistem Komunikasi Selular

- 1 Selular berasal dari kata Sel atau **Cell**
- 2 Sel berarti **kotak** atau **ruangan**
- 3 Sistem komunikasi selular berarti sistem komunikasi yang membagi suatu daerah ke dalam **sel-sel**
- 4 Pembagian daerah menjadi sel-sel ini dilakukan dengan meletakkan suatu pemancar (Base transceiver station atau **BTS**), yang memancar dengan daya tertentu ke sekelilingnya
- 5 Radius jangkau dari **sinyal BTS** menentukan besarnya sel
- 6 Secara kenyataan, bentuk sel adalah **lingkaran** atau **menyerupai lingkaran**, meski ada **ketidakteraturan bentuk** karena kondisi lingkungan (bukit, gunung, lembah)
- 7 Untuk keperluan dan kemudahan desain, bentuk sel disepakati adalah **segienam** atau **heksagonal**



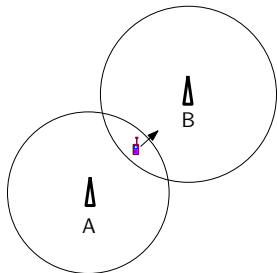
# Sistem Komunikasi Selular

- 1 User yang berkomunikasi dengan BTS disebut **Mobile Transceiver Station (MTS)** atau **Mobile Station (MS)**
- 2 Pada jaman sekarang, MS banyak berupa HP atau Laptop atau Tablet



# Sistem Komunikasi Selular

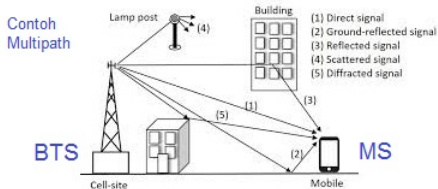
- 1 MS berkomunikasi dengan BTS
- 2 Transmisi dari **MS ke BTS** disebut **Uplink**
- 3 Transmisi dari **BTS ke MS** disebut **Downlink**
- 4 Oleh karena MS dapat bergerak dan berpindah, salah satu sifat penting dari Siskomsel adalah **Handover**
- 5 **Handover** adalah peristiwa pengalihan layanan MS dari satu BTS ke BTS lain ketika MS berpindah dari satu sel ke sel lain.



MS berpindah dari sel A ke sel B  
Ketika memasuki sel B, layanan MS berpindah dari  
BTS A ke BTS B (Handover)

## Sistem Komunikasi Selular : Multipath dan Fading

- 1 Berbeda dengan **siskomsat** dan **siskom terrestrial** yang pemancar dan penerimanya tidak berpindah dan komunikasi bersifat LOS, Siskomsel pada umumnya tidak LOS
- 2 Di samping tidak LOS, sinyal dari MS ke BTS atau sebaliknya dapat menempuh berbagai lintasan dan pantulan (Multipath)
- 3 Akibat dari **gerakan MS** dan **Multipath**, maka sinyal yang diterima oleh BTS maupun MS bersifat naik turun
- 4 Pada suatu saat sinyal sangat turun bahkan menghilang ( kondisi ini disebut **fading**)



## Sistem Komunikasi Selular : Multiple Access

- 1 diperlukan **teknik** agar beberapa MS dapat secara **bersamaan** berkomunikasi dengan BTS
- 2 Agar tidak saling mengganggu, maka MS yang berkomunikasi bersamaan ke BTS **perlu diatur** cara aksesnya
- 3 Akses bersamaan ini disebut dengan **Multiple Access**
- 4 Teknik pengaturan Multiple Access ini antara lain dengan **FDMA** (Frequency Division Multiple Access), **TDMA** (Time Division Multiple Access) dan **CDMA** (Code Division Multiple Access)
- 5 **FDMA**: setiap user melakukan transmisi bersamaan namun menggunakan frekuensi berbeda
- 6 **TDMA**: setiap user melakukan transmisi berurutan pada waktu yang berbeda
- 7 **CDMA**: setiap user melakukan transmisi bersamaan namun menggunakan kode yang berbeda

## Sistem Komunikasi Selular : Perkembangan dari Analog ke Digital

- 1 Arsitektur Siskomsel sebetulnya tidak banyak berubah dari waktu ke waktu (MS, BTS, Handover, Multipath)
- 2 Meski demikian, teknologi Modulasi dan transmisi Siskomsel berkembang untuk memenuhi tuntutan aplikasi yang **makin kompleks** dan **kecepatan** yang makin tinggi
- 3 Generasi pertama Siskomsel adalah generasi **Analog** (Tahun 1980an)
- 4 Pada generasi analog, sinyal suara pada MS langsung ditransmisikan tanpa ada proses ADC
- 5 Generasi analog ini disebut generasi **1G**.
- 6 Teknologi pada generasi analog ini adalah AMPS (Advanced Mobile Phone System), dengan modulasi FM untuk pengiriman suara, dan carrier 800-900 MHz.

## Sistem Komunikasi Selular : Perkembangan dari Analog ke Digital

- 1 Generasi kedua (**2G**) adalah digital (Tahun 1990an)
- 2 Pada generasi kedua ini, terdapat layanan data yaitu **SMS**
- 3 Teknologi multiple access yang digunakan adalah TDMA.
- 4 Nama teknologi populer untuk generasi 2G adalah **GSM**
- 5 Karena kebutuhan akses data / internet yang meningkat, maka kapabilitas transmisi data ditingkatkan dengan teknologi EDGE
- 6 Teknologi EDGE disebut juga generasi **2,5G**
- 7 Teknologi 3G (tahun 2000an) dan 4G (tahun 2010an) muncul dalam tuntutan high speed semakin tinggi. Basis teknologi tetap digital, namun teknologi antena, modulasi, dan transmisi, semakin penting untuk mendukung high speed tsb.

## Sistem Komunikasi Selular

Kecepatan Transmisi :

Gen	2G	3G	3G HSPA+	4G	4G LTE	5G
Speed (Mbps)	0.3	7.2	42	150	300	1-10Gbps

- Pada tahun 2018-an dimulai riset terkait teknologi 5G
- Teknologi 5G diharapkan dapat diluncurkan pada tahun 2020 dengan Olimpiade Tokyo 2020 (Juni 2020) sebagai event peluncuran tersebut (Even tersebut ditunda karena adanya wabah Covid-19)
- Dengan kecepatan transmisi yang sangat tinggi diharapkan aplikasi realtime video streaming untuk berbagai keperluan (termasuk medis) dapat disupport oleh 5G
- Teknologi 5G mungkin akan mengubah lagi banyak paradigma dalam kehidupan manusia.

# Rekapitulasi

Pada slide 14 ini dibahas tentang pengantar

- 1 Sistem komunikasi terestrial
- 2 Sistem komunikasi satelit
- 3 Sistem komunikasi selular

Pembahasan lebih lanjut tentang sistem komunikasi satelit diberikan di mata kuliah **Sistem Komunikasi Satelit**, dan untuk sistem komunikasi selular pada mata kuliah **Sistem Komunikasi Selular** di tingkat 4.



## Latihan

- 1 Jelaskan apa yang dimaksud dengan Siskom Terrestrial!
- 2 Pada sistem komunikasi terestrial, mengapa antena harus diletakkan pada tower yang tinggi, sedangkan pada sistem komunikasi satelit tidak perlu?
- 3 Apa yang dimaksud dengan 1 hop pada Siskom terestrial?
- 4 Apa yang maksud dengan LOS pada Siskom Terrestrial?
- 5 Apa yang maksud dengan satelit Geostasioner? Pada ketinggian berapa satelit geostasioner berada?
- 6 Sebutkan empat komponen pada sistem komunikasi satelit!
- 7 Apa kelebihan dan kekurangan dari sistem komunikasi satelit?
- 8 Apa yang dimaksud dengan siskomsel?
- 9 Apa yang dimaksud dengan handover pada siskomsel?
- 10 Jelaskan ttg multipath dan fading!
- 11 Jelaskan tentang multiple access pada siskomsel!
- 12 Apa yang memacu perkembangan siskomsel dari 2G ke 5G?