



Kelas IF - 2 dan 3

# Jaringan Nirkabel

Rikie Kartadie, S.T., M.Kom

# Point Minggu Lalu

- Mengukur Perubahan Daya Sepanjang Jalur Sinyal
- Memahami Tingkat Daya di Penerima

# Point Minggu Ini

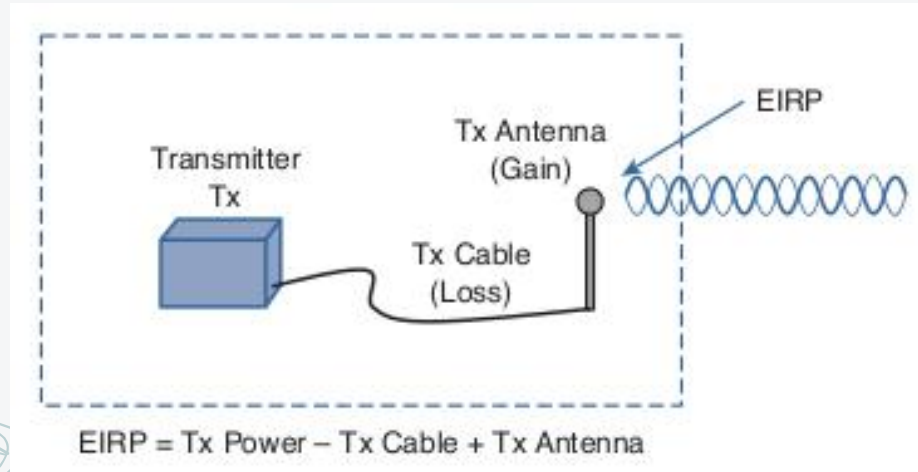
Sinyal frekuensi radio (RF) merambat di udara sebagai gelombang elektromagnetik. Dalam pengaturan yang ideal, sinyal akan sampai ke penerima persis seperti yang dikirim oleh pemancar. Di dunia nyata, ini tidak selalu terjadi. Banyak hal yang memengaruhi sinyal RF saat bergerak dari pemancar ke penerima.

- Membahas banyak kondisi yang dapat mempengaruhi sinyal nirkabel.

## Pendahuluan (refresh)

Kita dapat mengetahui level daya aktual yang akan dipancarkan dari antenna yang dikenal sebagai **daya radiasi isotropik efektif (EIRP)**, diukur dalam dBm.

Kemudian apa saja yang memoengaruhi perambatan signal ?



# Interference

Ide di balik modulasi WLAN adalah **mengemas data sebanyak mungkin ke dalam sinyal nirkabel**, dan meminimalkan jumlah data yang mungkin hilang karena interferensi yang merusak atau gangguan.

Ada beberapa interferensi yang dapat menyebabkan hilangnya/rusaknya data selama pengiriman data lewat sinyal nirkabel.

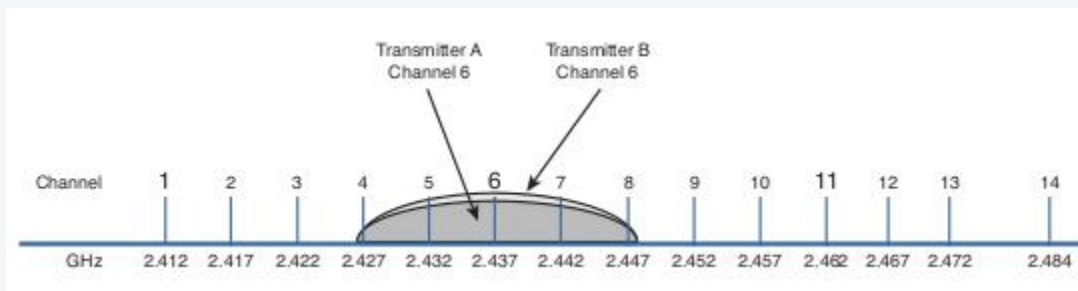
Secara harfiah **interferensi adalah interaksi antar gelombang di dalam suatu daerah**. Interferensi dapat bersifat membangun dan merusak.

**Bersifat membangun** jika beda fase kedua gelombang sama dengan nol, sehingga gelombang baru yang terbentuk adalah penjumlahan dari kedua gelombang tersebut.

**Bersifat merusak** jika beda fasenya adalah 180 derajat, sehingga kedua gelombang saling menghilangkan. Interferensi yang bersifat membangun disebut interferensi konstruktif sedangkan yang bersifat merusak disebut interferensi destruktif.

# Co-Channel Interference

Setiap kali satu sinyal pemancar tumpang tindih dengan yang lain pada frekuensi atau saluran tertentu, sinyal tersebut saling mengganggu. Interferensi dapat dijelaskan dengan cara sinyal tumpang tindih. Misalnya, gangguan saluran bersama terjadi ketika dua atau lebih pemancar menggunakan saluran yang sama. Pada Gambar Pemancar A dan B memancarkan sinyal RF pada saluran 6 di pita 2,4-GHz.



## Co-Channel Interference

Karena dua pemancar 802.11 menggunakan saluran yang sama, sinyalnya benar-benar tumpang tindih dan seluruh bandwidth saluran 22-MHz terpengaruh. Hal ini mungkin tidak menjadi masalah jika pemancar tidak mengirim data pada saat yang bersamaan. Bagaimanapun, perangkat LAN nirkabel harus bersaing untuk menggunakan airtime; jika tidak ada yang mentransmisikan pada waktu tertentu, seseorang dapat menggunakan saluran tersebut.

Jika kedua pemancar sibuk mengirim data, saluran bisa menjadi sangat padat. Kedua sinyal tersebut mulai mengganggu dan menyebabkan kerusakan data, yang menyebabkan perangkat mengirim ulang data yang hilang, yang menggunakan lebih banyak airtime, dan seterusnya.

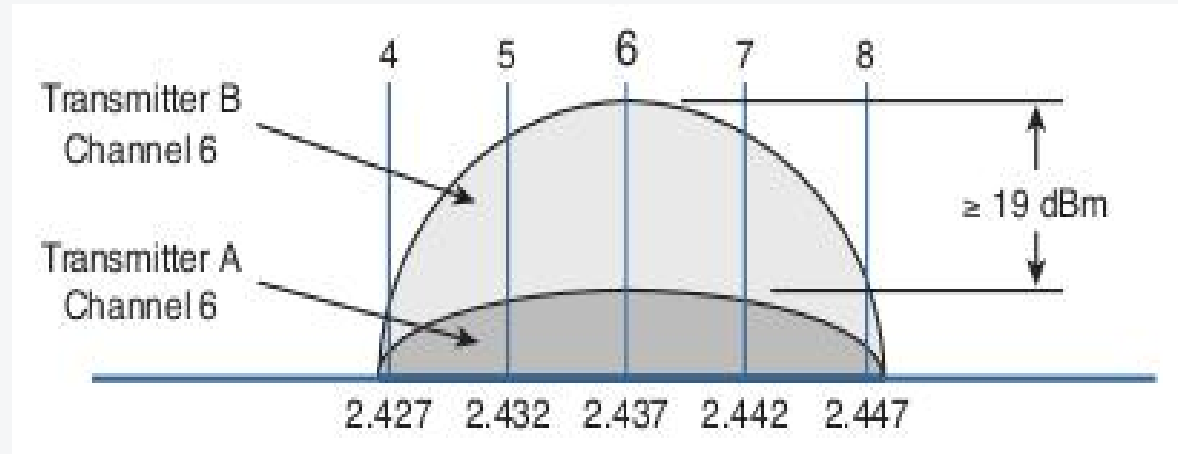
Gambarannya seperti dapat dilihat pada gambar sebelumnya.

Di dunia nyata, gangguan co-channel sering kali merupakan momok. Pita 2,4-GHz hanya menawarkan tiga saluran yang tidak tumpang tindih. Jika kita memiliki banyak pemancar di sebuah gedung atau area, kita pasti memiliki beberapa pemancar di saluran yang sama dengan pemancar lainnya.

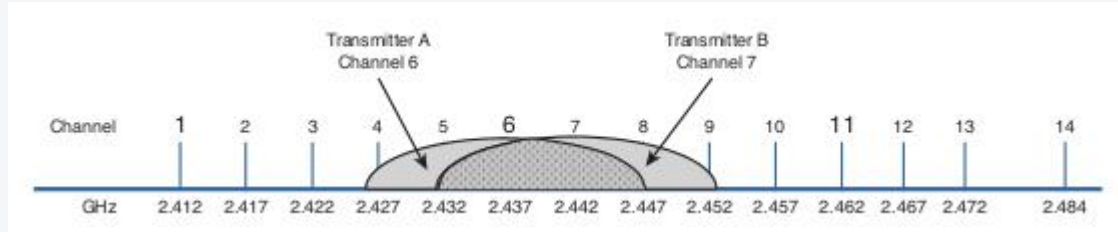
Solusi terbaik adalah menggunakan perencanaan yang cermat saat kita memilih saluran untuk setiap pemancar. Misalnya, dua pemancar terdekat tidak boleh ditempatkan pada saluran yang sama karena sinyal kuat mereka akan cenderung mengganggu (terjadi interferensi).



Sebaliknya, pemancar hanya boleh berbagi saluran dengan pemancar jauh lainnya yang sinyal yang diterima jauh lebih lemah. Praktik terbaik adalah menempatkan pemancar pada saluran hanya jika sinyalnya akan lebih kuat daripada sinyal lain yang diterima dengan beberapa margin. Margin umum setidaknya 19 dB, seperti yang ditunjukkan pada Gambar



# Neighboring Channel Interference



Misalkan dua pemancar ditempatkan pada dua saluran yang berbeda. Namun, jarak saluran terlalu berdekatan sehingga saling tumpang tindih.

Andaikan dua orang yang berbeda memiliki pemancar yang terletak di area umum yang sama dan memutuskan untuk menggunakan nomor saluran yang sedikit berbeda — tidak menyadari bahwa saluran tetangga dalam pita 2,4-GHz tumpang tindih.

Hasil akhirnya adalah interferensi pada kedua saluran karena sebagian dari satu sinyal tumpang tindih dengan sebagian sinyal lainnya. Pada Gambar, pemancar A menggunakan saluran 6, sedangkan pemancar B menggunakan saluran 7. Kedua sinyal tersebut tidak sepenuhnya tumpang tindih, tetapi interferensi di antara keduanya cukup merugikan.

Untuk mengatasi situasi tersebut, semua pemancar di suatu area harus dikonfigurasi untuk menggunakan tiga saluran 2,4-GHz yang tidak tumpang tindih: 1, 6, dan 11. Pada pita 5-GHz, gangguan saluran yang berdekatan tidak menjadi masalah karena saluran melakukan tidak tumpang tindih secara signifikan; salurannya lebar 20 MHz, sedangkan sinyal multiplexing divisi frekuensi ortogonal (OFDM) memiliki bandwidth 20 MHz.

Praktik terbaik, kita tetap harus menghindari menempatkan titik akses pada saluran 5-GHz, hanya untuk menghindari kemungkinan meningkatkan noise (sinyal oengganggu yang tidak memiliki nilai/data yang dapat melenyapkan sinyal utama).

## Non-802.11 Interference

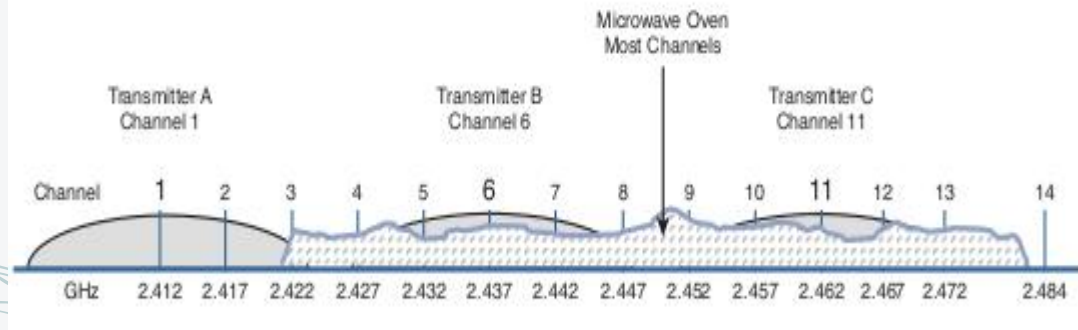
Ingatlah bahwa pita 2,4-GHz adalah pita ISM. Ini berarti perangkat LAN nirkabel 802.11 Anda mungkin berbagi ruang frekuensi yang sama dengan perangkat non-802.11. Mungkin tidak terdengar seperti situasi yang buruk karena perangkat dapat dengan mudah dikonfigurasi untuk menggunakan saluran yang berbeda dan tidak tumpang tindih.

Dalam praktiknya, solusi elegan seperti itu Sulit atau tidak mungkin dilakukan. Banyak perangkat non-802.11 tidak berada di satu saluran; mereka menggunakan frequency-hopping spread spectrum (FHSS) untuk berpindah-pindah di berbagai saluran pada waktu tertentu. Lebih buruk lagi, beberapa perangkat tidak melekat ke skema saluran mana pun. Gambar berikut menunjukkan pemancar A, B, dan C menggunakan saluran 1, 6, dan 11, yang merupakan hal yang sempurna — sampai seseorang memutuskan untuk menghangatkan makan siangnya.

Oven microwave terdekat juga menggunakan energi RF dalam pita ISM 2,4 GHz untuk memancarkan makanan. Karena perisai/pengisolasi yang buruk, energi RF bocor dan mengganggu sebagian besar saluran 802.11b/g di dekatnya. Transmisi gelombang mikro juga konstan, membuat saluran LAN nirkabel sebagian besar menjadi rusak.

Untuk mengurangi interferensi dari perangkat non-802.11, Anda harus menghilangkan sumbernya. Oven microwave yang bocor harus diganti dengan model yang lebih baik yang memiliki pelindung RF yang tepat.

Perangkat seperti telepon nirkabel FHSS 2,4-GHz atau kamera video nirkabel harus diganti dengan model yang beroperasi pada pita non-802.11.



# Free Space Path Loss

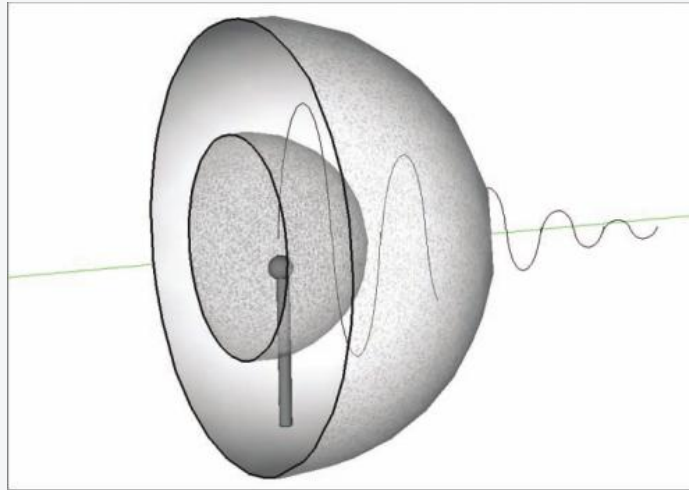
Setiap kali sinyal RF ditransmisikan dari antenna, amplitudonya berkurang saat bergerak melalui ruang kosong. Sekalipun tidak ada penghalang di jalur antara pemancar dan penerima, kekuatan sinyal akan melemah. Ini dikenal sebagai Free Space Path Loss.

Ada apa dengan ruang kosong yang menyebabkan sinyal RF menurun? Apakah itu udara atau mungkin medan magnet bumi? Tidak, bahkan sinyal yang dikirim ke dan dari pesawat ruang angkasa di ruang hampa udara juga mengalami degradasi.

Ingatlah bahwa sinyal RF merambat melalui ruang bebas sebagai gelombang, bukan sebagai sinar atau garis lurus.

Gelombang memiliki bentuk lengkung tiga dimensi yang mengembang saat bergerak. Ekspansi atau penyebaran inilah yang menyebabkan kekuatan sinyal melemah.

Gambar dibawah menunjukkan pandangan cutaway dari prinsip Free Space Path Loss. Misalkan antenna adalah sebuah titik kecil, sehingga energi RF yang dipancarkan bergerak ke segala arah. Gelombang yang dihasilkan akan berbentuk bola; saat gelombang bergerak keluar, ukuran bola bertambah. Oleh karena itu, jumlah energi yang sama yang keluar dari titik kecil segera tersebar di bidang yang terus mengembang di ruang bebas. Konsentrasi energi itu semakin melemah dengan bertambahnya jarak dari antenna.



Bahkan jika kita dapat merancang antenna yang dapat memfokuskan energi yang dipancarkan menjadi sinar yang rapat, energi tersebut akan tetap bergerak sebagai gelombang dan akan menyebar ke kejauhan. Terlepas dari antenna yang digunakan, jumlah kekuatan sinyal yang hilang tetap konsisten.

Free Space Path Loss (FSPL) dalam dB dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{FSPL (dB)} = 20\log_{10} (d) + 20\log_{10} (f) + 32.44$$

di mana  $d$  adalah jarak dari pemancar dalam kilometer dan  $f$  adalah frekuensi dalam mega-hertz.

Kita tidak perlu menghitung FSPL, rumus ini hanya untuk pengetahuan saja.



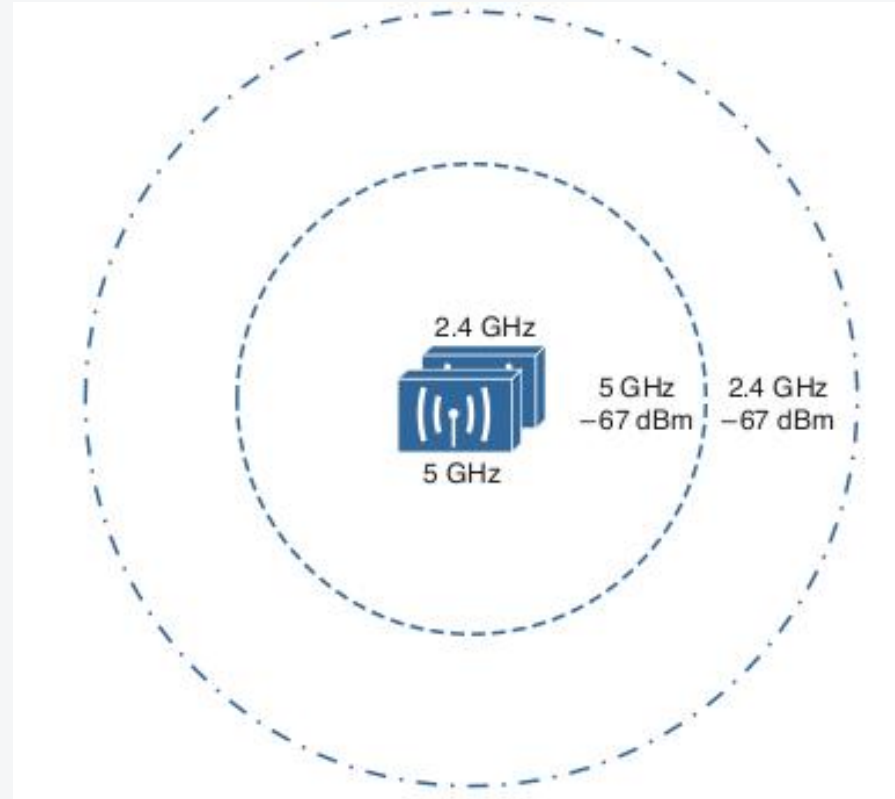
Rumus FSPL tadi disajikan di sini untuk menunjukkan dua fakta menarik:

- Free Space Path Loss adalah fungsi eksponensial; kekuatan sinyal jatuh dengan cepat di dekat pemancar, tapi lebih lambat saat menjauh.
- Kerugian(loss) adalah fungsi jarak dan frekuensi saja.

Kita harus menyadari bahwa FSPL lebih besar di pita 5-GHz daripada di pita 2,4-GHz. Dalam persamaan tersebut, dengan meningkatnya frekuensi, begitu pula kerugian dalam dB (karna FSPL adalah fungsi jarak dan frekwensi).

Hal ini berarti perangkat 802.11b/g/n (2,4 GHz) memiliki jangkauan efektif yang lebih besar daripada perangkat 802.11a/n (5 GHz), dengan asumsi kekuatan sinyal yang ditransmisikan sama. Gambar 3-6 menunjukkan perbedaan rentang, di mana kedua pemancar memiliki daya radiasi isotropik efektif (EIRP) 14dBm dan rentang efektif berakhir di mana indikator kekuatan sinyal yang diterima (RSSI) penerima sama dengan -67 dBm.

Hal ini berarti perangkat 802.11b/g/n (2,4 GHz) memiliki jangkauan efektif yang lebih besar daripada perangkat 802.11a/n (5 GHz), dengan asumsi kekuatan sinyal yang ditransmisikan sama. Gambar dibawah menunjukkan perbedaan rentang, di mana kedua pemancar memiliki daya radiasi isotropik efektif (EIRP) 14dBm dan rentang efektif berakhir di mana indikator kekuatan sinyal yang diterima (RSSI) penerima sama dengan -67 dBm.





## Effects of Physical Objects

Saat sinyal RF merambat melalui ruang kosong, sinyal tersebut mungkin menemukan objek fisik di jalurnya. Benda dan bahan dapat memengaruhi sinyal RF dengan berbagai cara, sebagian besar dengan cara yang melemahkan atau merusak.

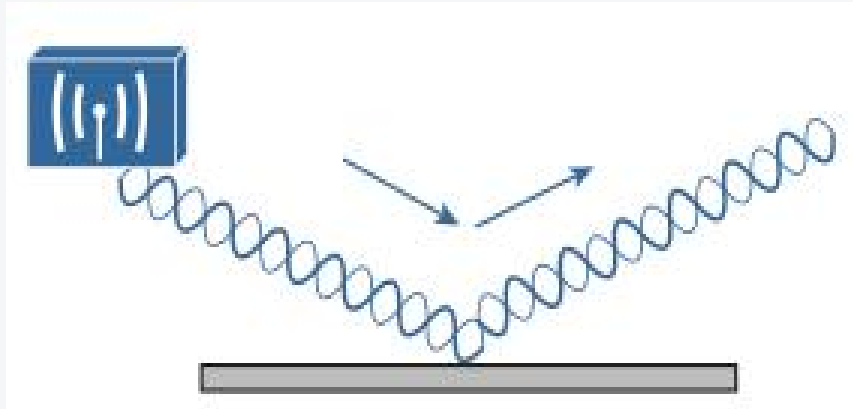
## Reflection (Pantulan)

Jika sinyal RF berjalan saat gelombang bertemu dengan bahan reflektif yang padat, sinyal tersebut dapat dipantulkan.

Bayangkan tentang cahaya yang dipancarkan dari bola lampu; sementara sebagian besar cahaya merambat ke segala arah menjauhi bohlam, sebagian mungkin dipantulkan dari benda-benda di ruangan. Cahaya yang dipantulkan mungkin berjalan kembali ke bohlam atau ke area lain di ruangan, membuat area itu lebih cerah.

Gambar 3-8 menggambarkan sinyal RF yang dipantulkan. Objek dalam ruangan seperti furnitur logam, lemari arsip, dan pintu logam dapat menyebabkan refleksi. Sinyal nirkabel luar ruang dapat dipantulkan oleh benda-benda seperti badan air, kaca reflektif di gedung, atau permukaan bumi.

Gambar dibawah menggambarkan sinyal RF yang dipantulkan. Objek dalam ruangan seperti furnitur logam, lemari arsip, dan pintu logam dapat menyebabkan refleksi. Sinyal nirkabel luar ruang dapat dipantulkan oleh benda-benda seperti badan air, kaca reflektif di gedung, atau permukaan bumi.

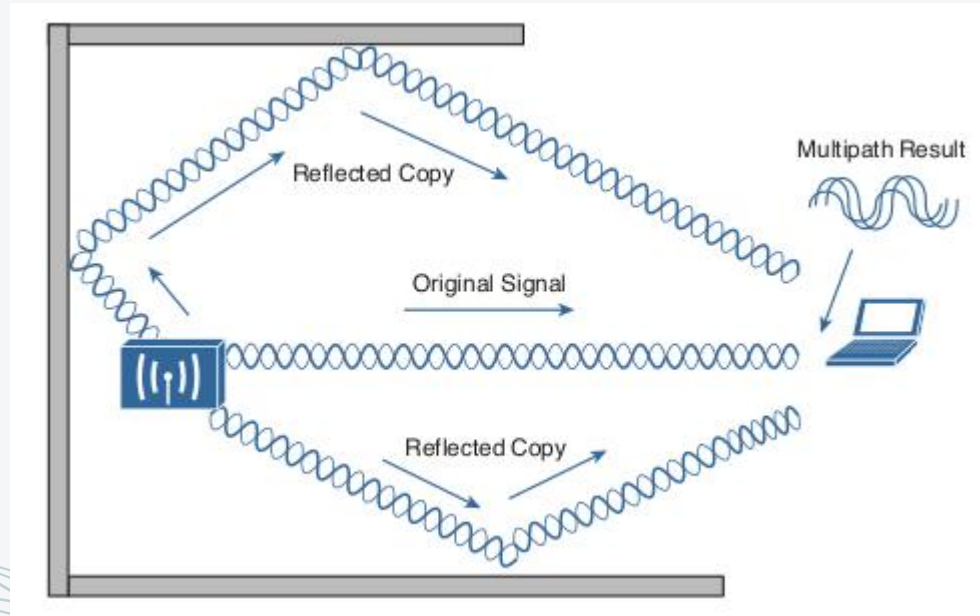


Sebuah pantulan tidak selalu buruk, karena itu hanyalah salinan dari sinyal aslinya. Namun, jika salinan dan aslinya mencapai penerima, mereka dapat keluar dari fase satu sama lain. Ini karena pantulan mengambil jalur yang berbeda dari aslinya, menyebabkannya tiba beberapa saat kemudian. Ini dikenal sebagai multipath.

Ketika penerima menggabungkan dua sinyal, hasilnya adalah representasi sinyal asli yang buruk. Sinyal gabungan dapat menjadi lemah dan terdistorsi, menyebabkan data menjadi rusak.

Pada Gambar 3-9, sinyal asli, bersama dengan dua pantulan berbeda, tiba di penerima yang tertanam di komputer laptop. Kedua refleksi tersebut masing-masing mengambil jalur yang berbeda dan tiba pada waktu yang berbeda.

Pada Gambar dibawah, sinyal asli, bersama dengan dua pantulan berbeda, tiba di penerima yang tertanam di komputer laptop. Kedua refleksi tersebut masing-masing mengambil jalur yang berbeda dan tiba pada waktu yang berbeda.



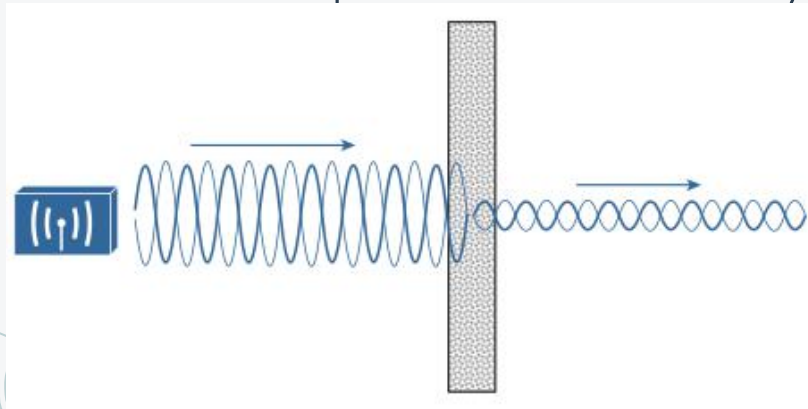
Saat transmisi multipath terjadi, kemungkinan ada dua hasil:

- **Jika penerima memiliki satu radio chain**, maka semua sinyal yang datang (asli dan pantulan) digabungkan menjadi satu sinyal komposit yang buruk dan rawan kesalahan.
- **Jika penerima memiliki beberapa radio chain** dan mendukung multi-input, multi-output (MIMO), setiap sinyal yang datang akan diterima pada setiap antena dan radio yang berbeda. Pemrosesan lebih lanjut dapat meningkatkan kualitas sinyal untuk mengekstrak beberapa aliran data — menghasilkan sesuatu yang baik dari situasi yang buruk.



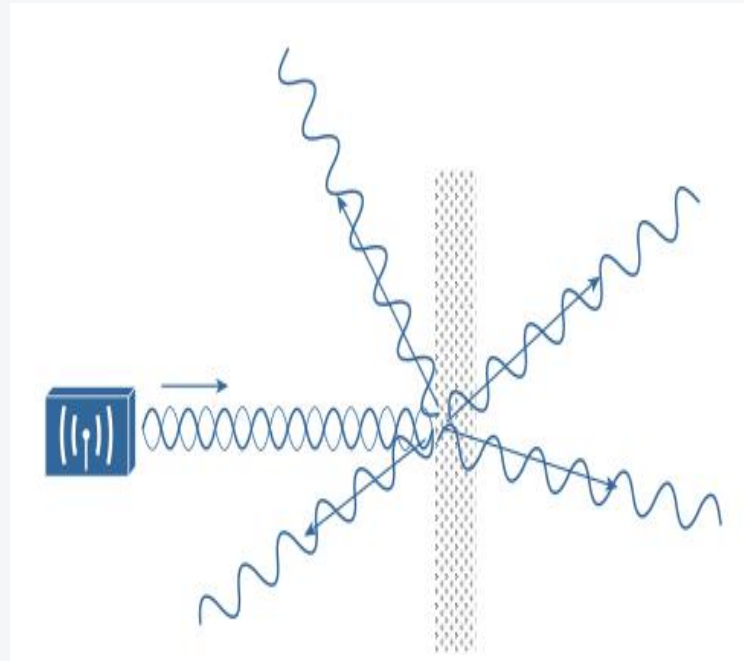
## Absorption (Penyerapan)

Salah satu contoh umum penyerapan adalah ketika sinyal nirkabel melewati dinding di dalam gedung. Bahan dinding yang berbeda menyerap jumlah energi yang berbeda pula. Misalnya, dinding yang terbuat dari gypsum atau drywall dapat melemahkan sinyal sebesar  $-4$  dBm. Sebuah dinding beton yang kokoh bisa melemahkannya hingga  $-12$  dBm. Semakin tebal dinding atau semakin padat materialnya, semakin besar redamannya.



## Scattering (Penyebaran)

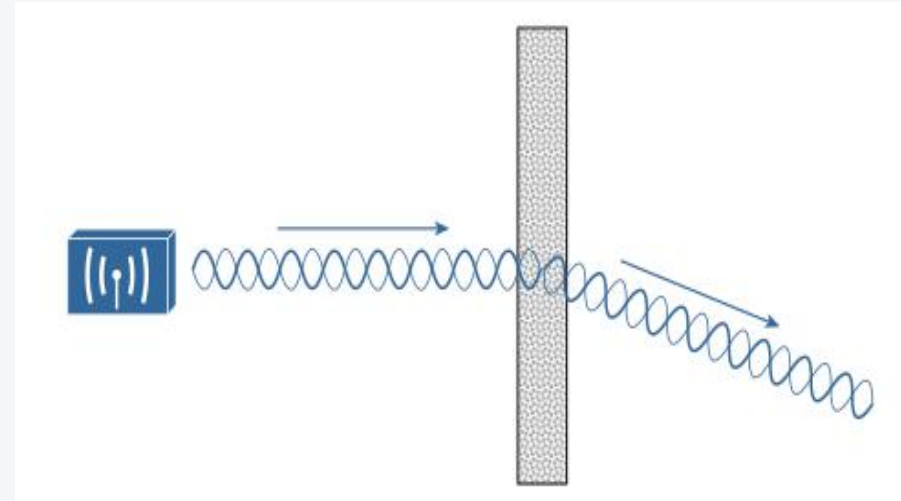
Ketika sinyal RF melewati media yang kasar, tidak rata, atau terdiri dari partikel yang sangat kecil, sinyal tersebut dapat tersebar ke berbagai arah. Ini karena permukaan kecil yang tidak beraturan dari medium dapat memantulkan sinyal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. Hamburan dapat pula terjadi ketika sinyal nirkabel melewati lingkungan yang berdebu atau berpasir.



## Refraction (Pembiasan)

Ketika sinyal RF memenuhi batas antara media dengan dua kepadatan yang berbeda, RF dapat dibiaskan. Refleksi sebagai pantulan dari permukaan dan **Refraction** sebagai Pembengkokan saat melewati suatu permukaan.

Sinyal yang dibiaskan akan memiliki sudut yang berbeda dari aslinya, seperti yang diilustrasikan pada gambar.



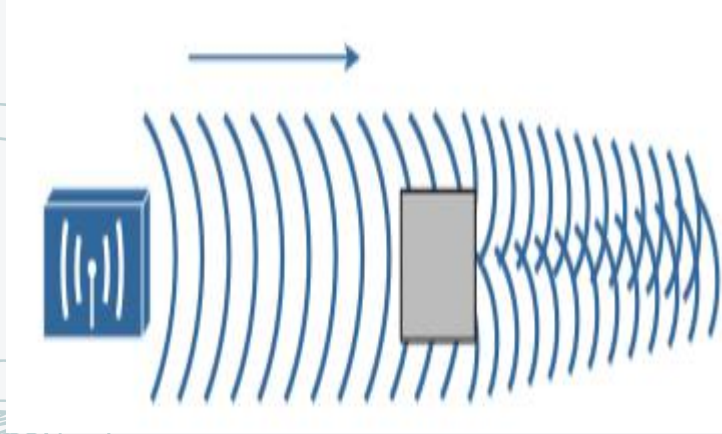
Kecepatan gelombang juga dapat terpengaruh saat melewati material yang berbeda. Sinyal dapat dibiaskan ketika melewati lapisan udara yang memiliki kepadatan berbeda atau melalui dinding bangunan dengan kepadatan berbeda, misalnya.

## Diffraction (Penguraian)

Misalkan sinyal RF mendekati objek buram, atau yang mampu menyerap energi yang menghantamnya.

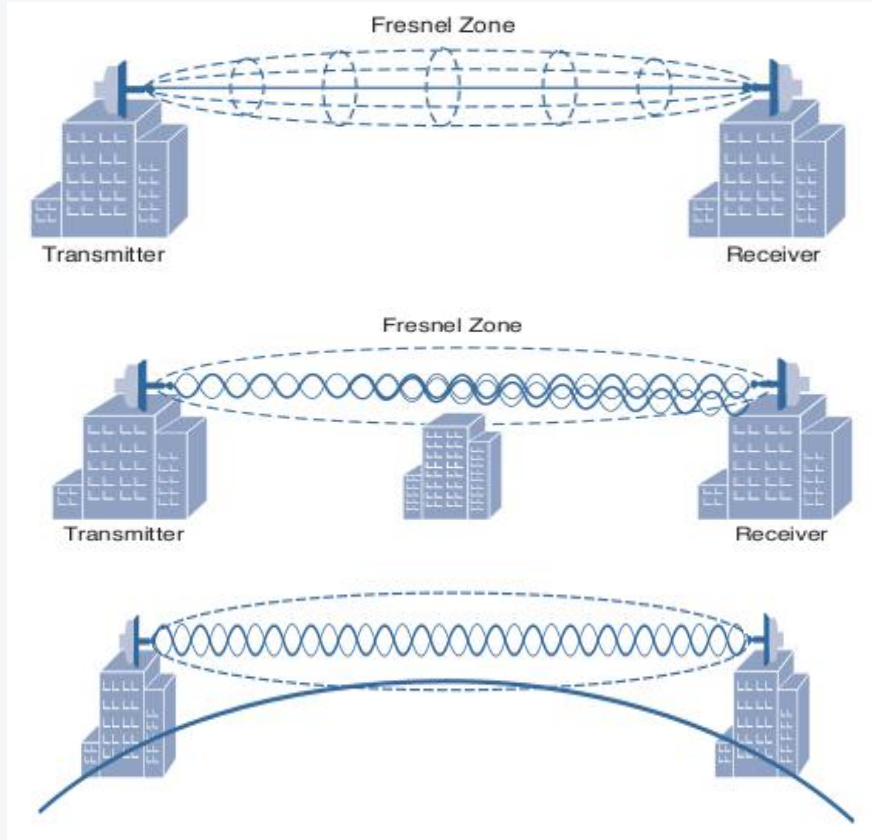
Dengan propagasi RF, sinyal cenderung membelok di sekitar objek dan akhirnya bergabung kembali untuk menyelesaikan gelombang.

Gambar berikut menunjukkan bagaimana objek radio-opaque dapat menyebabkan difraksi sinyal RF. Difraksi paling baik dilihat sebagai gelombang konsentris, daripada sinyal berosilasi, sehingga pengaruhnya pada gelombang sebenarnya dapat dilihat.



## Fresnel Zones (Zona Fresnel)

adalah salah satu bentuk elipsoida konsentrik (secara teoretis mempunyai besaran tak terhingga) dari pola radiasi yang terpancar keluar (biasanya) dari circular aperture. Zona Fresnel adalah hasil pola difraksi dari circular aperture.





Zona Fresnel sangat diperhitungkan karena itu paling mempengaruhi sinyal yang ditransmisikan.

Zona Fresnel diberi nomor secara bertahap seiring bertambahnya ukuran mereka. Anehnya, zona Fresnel bernomor ganjil memiliki efek merusak pada sinyal, sedangkan zona genap dapat memiliki efek konstruktif dan menambah kekuatan sinyal.

Untuk rumus dan perhitungan tidak kita bahas.



# Lanjutkan

Minggu Depan, sifat gelombang radio,  
kerugian dan keuntungannya,  
dan Antena.





Thanks!

Any questions?

