

Kuliah 4 Pengantar Teknik Telekomunikasi Transducer, Istilah terkait Frekuensi dan bandwidth serta Media Transmisi

February 2, 2020

Tujuan perkuliahan

1. Mahasiswa mengetahui fungsi dari transducer
2. Mahasiswa mengetahui istilah dasar terkait frekuensi, bandwidth, baseband, passband dan modulasi.
3. Mahasiswa mengetahui macam-macam media transmisi beserta kelebihan kekurangannya

Transducer

1. Transducer adalah peralatan yang mengubah satu bentuk energi (sinyal) ke bentuk energi yang lain (sinyal).
2. Sensor adalah salah satu bentuk transducer
3. Sensor mengubah sinyal fisis/mekanik ke sinyal listrik.
4. Contoh sensor: Mikrofon (mengubah sinyal suara menjadi sinyal listrik)
5. Contoh lain: CCD (mengubah sinyal cahaya menjadi sinyal listrik)
6. Baik Mikrofon maupun CCD hanya dapat mengubah sinyal satu arah, mikrofon mengubah sinyal suara ke sinyal listrik namun tidak sebaliknya.
7. Demikian pula CCD.
8. Sensor secara spesifik dimaksudkan sebagai transducer satu arah dari non listrik ke listrik

Transducer

1. Sensor harus dilengkapi dengan transducer untuk mengubah dari sinyal listrik ke sinyal non listrik
2. Contoh, Mikrofon harus dilengkapi dengan Speaker
3. CCD harus dilengkapi dengan monitor atau display
4. Speaker dan Monitor termasuk pula ke dalam kelompok Transducer
5. Di samping transducer satu arah (unidirectional), terdapat pula transducer dua arah (bidirectional)
6. Transducer bidirectional artinya transducer tersebut dapat mengubah sinyal dari bentuk 1 ke bentuk 2 dan juga dari bentuk 2 ke bentuk 1.
7. Contoh Transducer bidirectional adalah antenna
8. Antena dapat mengubah gelombang listrik (kabel) ke gelombang radio (udara) dan sebaliknya dari gelombang radio ke gelombang listrik

Frekuensi, bandwidth, baseband, dan modulasi

1. Baik suara maupun informasi, pada umumnya dapat direpresentasikan dengan gelombang.
2. Parameter utama gelombang adalah frekuensi, amplitudo dan fasa
3. Frekuensi adalah banyaknya gelombang dalam 1 detik dan satuannya Hertz (Hz)
4. Frekuensi dan amplitudo dapat digambarkan dalam spektrum frekuensi
5. Contoh: Sinyal dengan frekuensi 100 Hz, dan amplitudo 5 secara gelombang dinyatakan dengan
6. Beberapa frekuensi sekaligus membentuk suara
7. Hubungan antara waktu dan frekuensi dirumuskan oleh Jean Baptiste Fourier

Frekuensi, bandwidth, baseband, dan modulasi

1. Bandwidth (lebar pita frekuensi) menyatakan lebar rentang frekuensi yang diduduki oleh sinyal
2. Suara manusia menduduki frekuensi dari 300 - 3400 Hz
3. Dengan demikian bandwidth suara manusia adalah $(3400-300) = 3100$ Hz.
4. Meski bandwidth 3100 Hz, dalam desain kanal telekomunikasi suara, bandwidth suara manusia dianggap 4000 Hz.
5. Jika suara manusia ditransmisikan, maka media transmisi harus dapat membawa semua frekuensi tersebut tanpa kecuali agar suara tidak terdistorsi.
6. Dengan kata lain, media transmisi seperti kabel tembaga misalnya harus dapat menyalurkan semua frekuensi ini.
7. Bandwidth saluran transmisi adalah bandwidth frekuensi yang dapat disalurkan oleh saluran transmisi tersebut

Frekuensi, bandwidth, baseband, dan modulasi

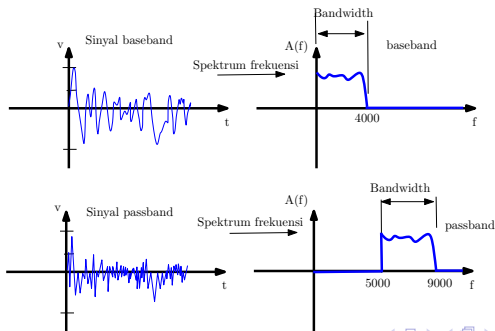
1. Secara analogi: bandwidth sinyal dapat dianalogikan dengan debit air
2. Bandwidth media transmisi adalah selang air
3. Media dengan bandwidth besar seperti selang air dengan diameter besar (menyalurkan air relatif besar per satuan waktu)
4. Media transmisi dengan bandwidth kecil seperti selang air dengan diameter kecil (menyalurkan air lebih sedikit per satuan waktu)
5. Perbandingan: telegraf memiliki bandwidth sekitar 30 karakter per detik, jika 1 karakter diekivalenkan dengan 8 gelombang, maka bandwidth telegraf ada 240 Hertz (Telefon 4000 Hz)
6. Bandwidth dari TV analog adalah sekitar 5 juta Hertz (5 MegaHertz = 5 MHz)

Frekuensi, bandwidth, baseband, dan modulasi

1. 1 Hertz = 1 gelombang per detik
2. 1 KHz = 1 kiloHertz = 1.000 Hz = 10^3 Hz
3. 1 MHz = 1 MegaHertz = 10^6 Hz
4. 1 GHz = 1 GigaHertz = 10^9 Hz
5. 1 THz = 1 TeraHertz = 10^{12} Hz
6. Frekuensi cahaya tampak \approx 300 THz

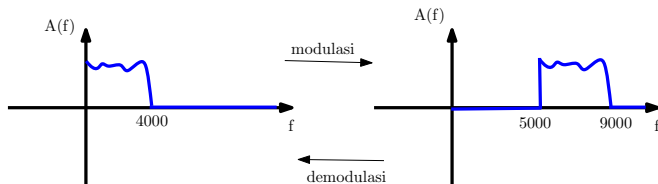
Frekuensi, bandwidth, baseband, dan modulasi

1. Pada umumnya, sinyal di alam (suara, gambar, dsb) memiliki rentang frekuensi dari 0 sampai suatu harga F_m
2. Sinyal suara : 0 – 4000 Hz
3. Sinyal dengan rentang frekuensi dimulai dari 0 disebut sebagai sinyal *baseband*.
4. Sinyal yang tidak dimulai dari frekuensi 0 Hz dikategorikan sebagai sinyal *passband*.
5. Gambar berikut memperlihatkan baseband dan passband



Frekuensi, bandwidth, baseband, dan modulasi

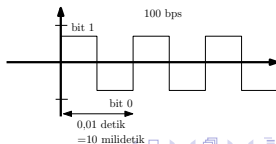
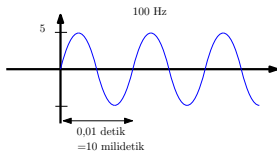
- ▶ Passband diperoleh dengan menaikkan frekuensi baseband (menumpangkan)
- ▶ Proses menaikkan frekuensi ini disebut modulasi
- ▶ Mengembalikan passband ke baseband disebut demodulasi



- ▶ modulasi antara lain diperlukan untuk: efisiensi transmisi (jarak jauh)
- ▶ Analogi: Transmisi menggunakan baseband = jalan kaki, Transmisi menggunakan passband = naik kendaraan

Frekuensi, bandwidth, baseband, dan modulasi

- ▶ Tahun 1990-an, transmisi mulai didominasi dengan sinyal digital (Meskipun sinyal telegraf 1844 sendiri dapat dipandang sebagai transmisi digital)
- ▶ Bandwidth transmisi, disamping menggunakan Hz, juga menggunakan istilah lain yaitu bit per detik (bps)
- ▶ Bit per detik mengacu pada banyaknya bit yang dikirim dalam 1 detik.
- ▶ Bit adalah simbol biner 0 atau 1.
- ▶ Penerjemahan bit 0 dan bit 1 dapat dinyatakan dengan tegangan, misal tegangan -5 volt sebagai 0 dan tegangan 5 volt sebagai 1.
- ▶ Pada kode Morse, dot dapat dianggap sebagai 0 dan dash sebagai 1.



Frekuensi, bandwidth, baseband, dan modulasi

- ▶ Disamping jumlah getaran per detik (Hz), bit per detik (bps) terdapat juga Baud rate
- ▶ Baud rate adalah jumlah simbol per detik
- ▶ Misalkan terdapat 4 simbol yaitu A, B, C, dan D.
- ▶ Misalkan suatu sistem komunikasi dapat mengirim 10 simbol dalam 1 detik, maka Baud rate transmisi adalah 10 simbol/detik
- ▶ Istilah Baud rate banyak dipakai pada modem analog

Media Transmisi

- ▶ Sinyal memiliki bandwidth
- ▶ Media transmisi memiliki juga bandwidth
- ▶ Dengan Bandwidth media transmisi menyatakan banyaknya informasi yang dapat ia teruskan dalam satu detik.
- ▶ Idealnya, bandwidth media transmisi harus lebih besar dari pada bandwidth sinyal. (Analogi: untuk menyalurkan air dengan debit 10 liter per detik, maka kita memerlukan selang yang cukup besar sehingga mampu mengalirkan air setidaknya 10 liter per detik)
- ▶ Lebih besar Bandwidth media transmisi akan semakin baik.
- ▶ Seperti yang telah disampaikan pada slide sebelumnya, terdapat dua kategori media transmisi, yaitu kabel dan tanpa kabel
- ▶ Secara umum, kapasitas media kabel lebih tinggi dari pada tanpa kabel.

Media Transmisi - Wireline

1. Media transmisi Wireline terdiri dari dua macam, yaitu tembaga dan serat optik.
2. Tembaga dipilih sebagai media transmisi karena merupakan penghantar listrik yang baik dengan harga yang relatif terjangkau (dibanding perak, daya hantar perak lebih baik dibanding tembaga).
3. Media transmisi tembaga menyalurkan sinyal dalam bentuk arus listrik
4. Media transmisi serat optik menyalurkan informasi dalam bentuk pulsa cahaya (tepatnya: sinar Laser)

Media Transmisi - Tembaga

Media transmisi tembaga

1. Kabel Paralel
2. Kabel berpilin (Twisted pair)
3. Kabel koaksial
4. Microstrip
5. Bumbung gelombang

Media Transmisi - Kabel Paralel

Kabel paralel digunakan baik untuk keperluan transmisi informasi (Telekomunikasi) maupun Transmisi Daya Listrik.

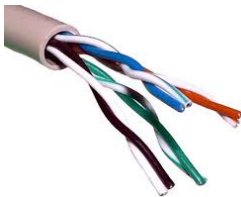
1. termasuk media transmisi yang mula-mula digunakan (telegraf dan telepon)
2. Terdiri dari 2 kabel, satu dari sumber ke beban dan yang kedua dari beban ke sumber (model transmisi loop tertutup)
3. Dapat mendukung daya yang sangat tinggi
4. Lebih cocok untuk transmisi baseband frekuensi rendah (jika dipaksakan frekuensi tinggi maka banyak bocor energi (rugi-rugi))
5. Saat ini tidak lagi dipakai untuk transmisi telekomunikasi, namun banyak dipakai pada transmisi daya listrik (PLN)



Media Transmisi - Twisted pair

Twisted Pair adalah jawaban atas kekurangan dari kabel sejajar dari segi rugi-rugi transmisi. Struktur dua kabel yang berpilin menyebabkan kebocoran daya pada frekuensi tinggi berkurang.

1. Rugi-rugi transmisi lebih kecil dibandingkan dengan kawat sejajar
2. Ditemukan oleh Alexander Graham Bell tahun 1881, dan digunakan untuk media transmisi telepon setelah itu.
3. Mulai tahun 1900 seluruh jaringan kabel telepon Amerika Serikat menggunakan twisted pair.
4. Cocok untuk frekuensi suara (4000 Hz). Frekuensi tinggi seperti televisi, kebocoran tinggi.



Media Transmisi - Kabel Koaksial

Sebetulnya terdiri dari 2 kabel, namun kabel yang satu dilingkupi (kabel dalam) oleh kabel yang satu lagi (kabel luar).

1. Antara kabel luar dan kabel dalam dipisahkan oleh isolator
2. Karena struktur unik tersebut, kebocoran frekuensi tinggi adalah kecil
3. Cocok untuk transmisi frekuensi sedang dan tinggi (Radio AM/FM, Televisi)
4. Cocok untuk jarak dekat dan sedang.
5. Ditemukan oleh Oliver Heaviside (Dipatenkan di Inggris tahun 1880)



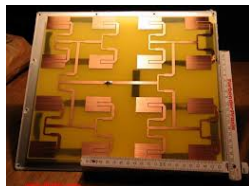
Media Transmisi - Microstrip

Microstrip adalah saluran transmisi yang dibangun di atas PCB (Printed Circuit Board).

1. Ditemukan oleh Wheeler tahun 1965
2. Mikrostrip dibuat dengan mengikis lapisan konduktor di salah satu sisi papan, dan menyisakan jalur konduktor seperti jalan raya (Gambar kiri)
3. Cocok untuk frekuensi tinggi (microwave, 1-30 GHz).
4. Jarak jangkauan rendah (tidak cocok untuk jarak jauh), daya juga rendah.



Contoh saluran microstrip



Contoh saluran microstrip untuk
mencatu antenna microstrip

Media Transmisi - Bubungan Gelombang

1. berbeda dengan Saluran Kawat Paralel, Twisted Pair, Koaksial dan mikrostrip yang terdiri dari 2 konduktor, bubungan gelombang hanya terdiri dari 1 konduktor
2. Bentuk penampang persegi atau bulat atau elips (bayangkan pipa yang terbuat dari tembaga)
3. Secara struktur ditemukan oleh J.J. Thompson tahun 1895. Secara serius diinvestigasi oleh 1930 oleh George Southworth dari Bell Labs.
4. Untuk frekuensi tinggi (tidak bisa dijangkau oleh kabel koaksial)
5. Harga relatif mahal dan teknologi sudah obsolete (tidak lagi dipakai)



Media Transmisi - Serat Optik

- ▶ Merupakan salah satu teknologi terobosan (breakthrough) di samping pakem utama transmisi menggunakan kabel tembaga
- ▶ Menggunakan cahaya (Laser) sebagai sinyal transmisi
- ▶ Serat optik (berupa kaca atau plastik dengan struktur seperti rambut) sebagai media pembimbing rambatan cahaya
- ▶ Ditemukan oleh ahli Fisika **Narinder Singh Kapany** tahun 1952 (UK) berdasarkan eksperimen John Tyndall.
- ▶ Bandwidth sangat tinggi, dan rugi-rugi sangat kecil
- ▶ Saat ini menjadi backbone jaringan telekomunikasi dunia



Contoh transmisi serat optik dengan laser merah

Perbandingan Media Transmisi

No	Media Transmisi	Frekuensi kerja	Rugi-rugi
1	Kawat sejajar	s.d. 1 MHz	tinggi
2	Twisted pair	s.d. 10 MHz	sedang
3	Kabel Koaksial	s.d. 3 GHz	rendah
4	Mikrostrip	1 GHz - 30 GHz	tinggi
5	Bumbung gelombang	300 MHz - 30 GHz	rendah
6	Serat Optik	sekitar 300 TeraHertz	sangat rendah

Catatan

- ▶ Materi Transformasi Fourier, spektrum frekuensi, dan Modulasi akan dipelajari lebih lanjut pada Mata Kuliah: Variabel Kompleks, Sistem Komunikasi, dan Pengolahan Sinyal Waktu Kontinyu
- ▶ Materi tentang Media Transmisi Kabel dipelajari lebih lanjut pada Mata Kuliah Elektromagnetika Terapan dan Elektronika Telekomunikasi (serta Saluran Gelombang Mikro)
- ▶ Materi tentang Media Transmisi Nirkabel dipelajari lebih lanjut pada Mata Kuliah Elektromagnetika dan Antena Propagasi serta Sistem Komunikasi, Sistem Komunikasi Digital, dan Sistem Komunikasi Nir Kabel (Selular)
- ▶ Materi tentang Transducer dan Sensor tidak dipelajari secara mendalam di Kurikulum Teknik Telekomunikasi