

Saluran Transmisi

Transmission Lines



Mudrik Alaydrus
Teknik Telekomunikasi

Mudrikalaydrus.wordpress.com
mudrikalaydrus@yahoo.com
0811 823 695

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008 Presentasi 1 1


Saluran Transmisi:

Media 'transportasi' gelombang elektromagnetika (medan listrik dan magnet).
Yang ditransmisikan:
energi, dan atau
informasi

Batasan pada mata kuliah ini: tak membahas free space sebagai media transmisi,
jadi hanya membahas 'guided waves'

Konvensional :
kabel pada sinyal frekuensi rendah (DC atau AC 50 Hz)

Aplikasi lain:
Transmisi sinyal dari antenna ke TV dengan kabel koax
Jaringan komputer dengan UTP
Jarlokaf, jarlokaf



Isi Perkuliahan

- Pendahuluan
 - Motivasi, manfaat aplikasi, tuntutan fenomena dasar
- Solusi persamaan diferensial
 - Dasar matematika dan fisika
- Refleksi dan faktor refleksi
 - Penyebab terjadinya
- Konstanta saluran transmisi

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008 Presentasi 1 3



Transformasi impedansi

- panjang dan karakteristik saluran transmisi akan mengubah impedansi load

Diagram Smith

- metoda grafis untuk perhitungan impedansi dan refleksi

Rangkaian Matching

- metoda eliminasi refleksi

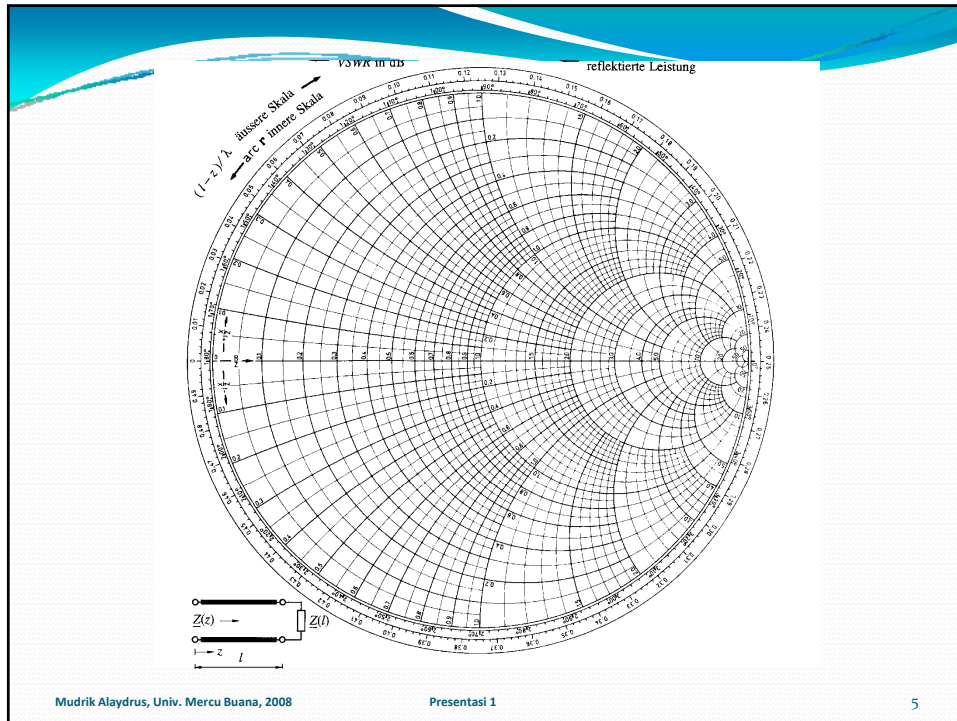
Dispersi pada Saluran Transmisi

- sifat saluran transmisi sebagai fungsi frekuensi
- Distorsi pada sinyal

Transien

- Pulsa pada saluran transmisi

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008 Presentasi 1 4



Waveguide
saluran transmisi dari hollow pipe

Saluran Transmisi Pipih

Dielectric Waveguide (Fiber optics)

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008

Presentasi 1

6

Distribusi Penilaian

UTS	50 %
UAS	50 %

Ujian: closed book
alat bantu kalkulator dan
selembar kertas A4

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008 Presentasi 1 7

Beberapa fenomena penting pada saluran transmisi:

Delay
Adanya waktu rambat dari suatu tempat ke tempat lain.

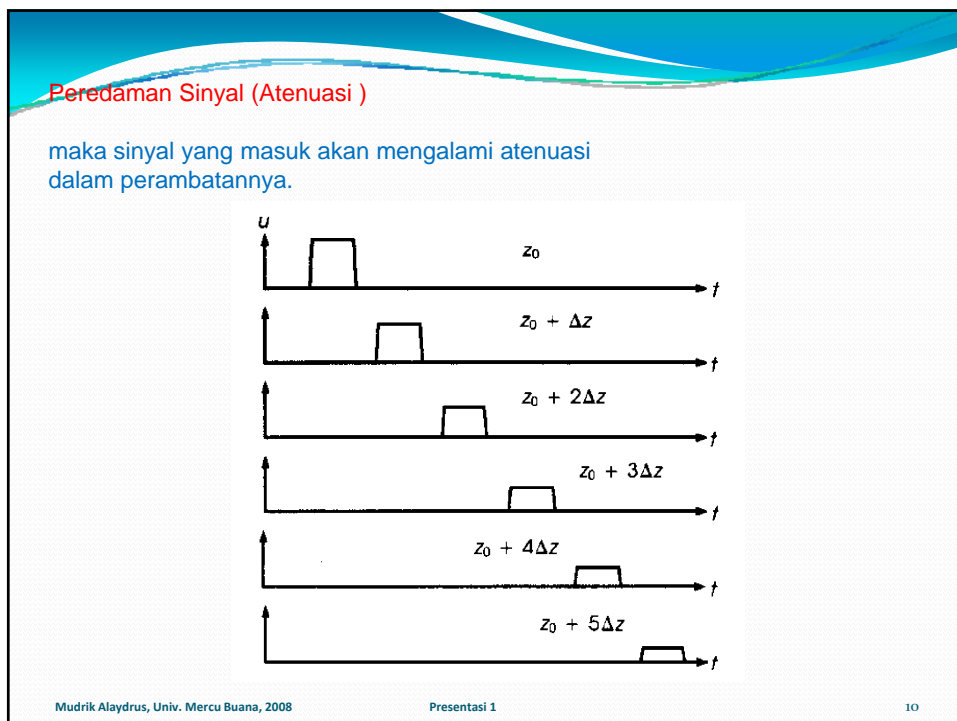
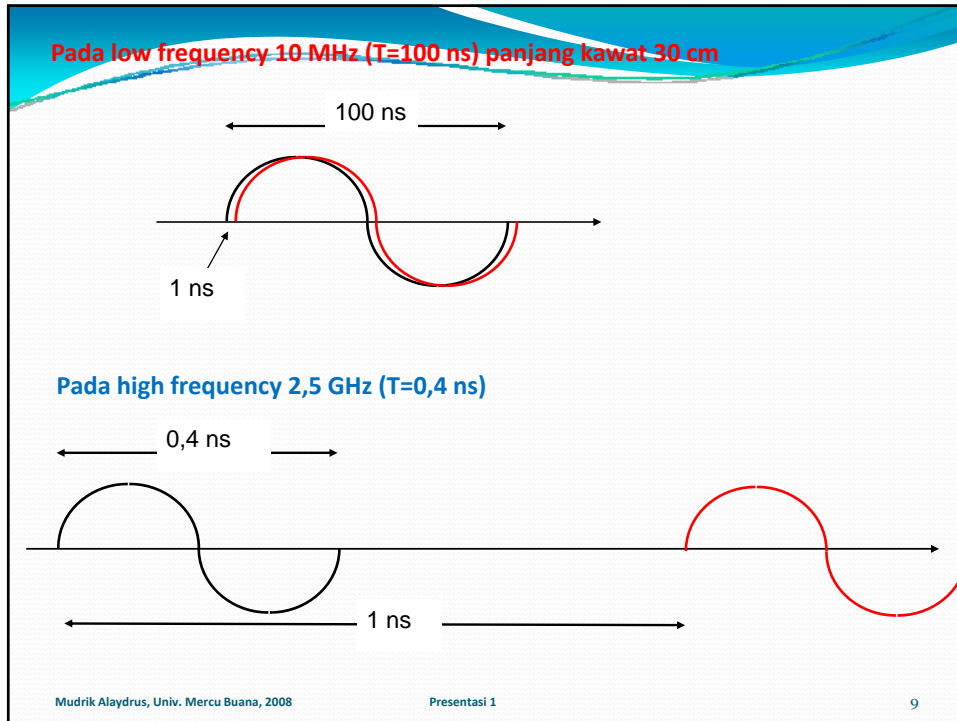
Jarak 30 cm ditempuh dalam waktu
 $t = 0,3 \text{ m} / 300\,000\,000 \text{ m/s} = 1 \text{ ns}$.

Untuk sinyal low frequency misalnya $f = 10 \text{ MHz}$, perioda $T = 100 \text{ ns}$,
Waktu tempuh tersebut tidaklah signifikan

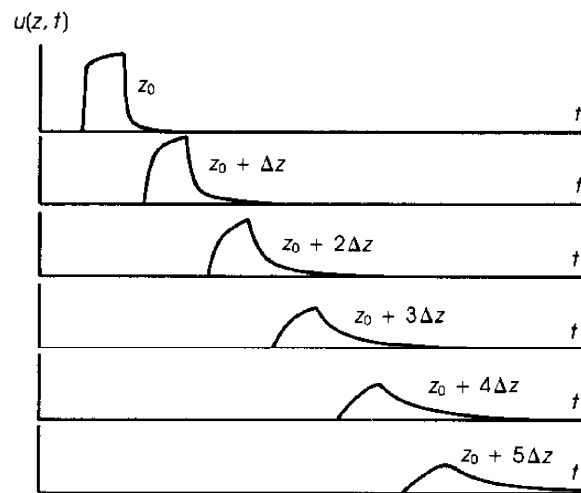
Tetapi jika sinyal berfrekuensi tinggi, $f = 2,5 \text{ GHz}$ atau perioda $T = 0,4 \text{ ns}$
waktu tempuh di atas menjadi signifikan.

Waktu tempuh (delay) yang terjadi harus diperhatikan, sinyal yang keluar
dari suatu saluran transmisi tidaklah sama dengan apa yang dimasukkan
pada bagian inputnya.

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008 Presentasi 1 8



Jika delay dan atenuasi merupakan fungsi dari frekuensi, terjadi distorsi pada sinyal broadband yang dikirimkan



Analisa struktur pada teknik elektro:

Pada frekuensi rendah, atau jika struktur rangkaian mempunyai dimensi jauh lebih kecil dari panjang gelombang, digunakan Komponen diskret, misal didapatkan hubungan (Ohm's law)
 $V = I R$, atau $V = j \omega L I$

Jika struktur rangkaian pada suatu arah tertentu panjang, maka cara analisa di atas tak lagi berlaku.

Di sini model terdistribusi, sbg pengganti diskret, harus digunakan. Model ini digunakan dari modul 1 sampai 10.

Tetapi jika rangkaian ini pada semua arah panjang, maka digunakan langsung persamaan Maxwell

Electromagnetic Fields

$$\nabla \times \vec{E} = -j\omega\vec{B}$$

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + j\omega\vec{D}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_f$$

Saluran transmisi dengan penampang besar

Distributed circuits

$$-\frac{dV}{dz} = (R + j\omega L)I$$

$$-\frac{dI}{dz} = (G + j\omega C)V$$

Saluran transmisi dengan penampang kecil

Lumped circuits

$$V = j\omega LI$$




$$I = j\omega CV$$

$$V = IR$$

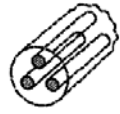
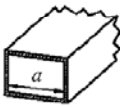
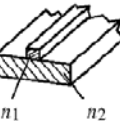
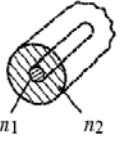
Aplikasi frekuensi rendah

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008
Presentasi 1
13

Jenis-jenis saluran transmisi

Tipe	Bentuk	Penggunaan	Besaran Sinyal	Frekuensi kerja
Koaxial		Transmisi energi dan sinyal serta elemen rangkaian		
Kabel paralel ganda		Transmisi energi dan sinyal	Menggunakan arus dan tegangan	Frekuensi kerja dari nol sampai tak terhingga.
Penghantar pipih (strip line)		Transmisi sinyal dan elemen rangkaian		Tetapi ke atas dibatasi oleh atenuasi dan higher order mode (gelombang

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008
Presentasi 1
14

Penghantar multi konduktor (tiga phasa)		Transmisi energi			pengganggu)
Waveguide		Transmisi sinyal dan elemen rangkaian	Medan listrik dan magnet. Arus dan tegangan bermanfaat		Mulai frekuensi cut-off tertentu
Penghantar dielektris pipih		Elemen rangkaian dan penyambung optik	Medan listrik dan magnet. Arus dan tegangan bermanfaat		Secara teoretis untuk semua frekuensi
Fiber optics		Transmisi sinyal optik	Medan listrik dan magnet. Arus dan tegangan bermanfaat		Secara teoretis untuk semua frekuensi

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008

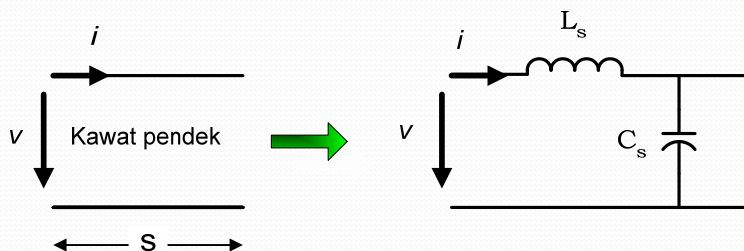
Presentasi 1

15

Fenomena Dasar

Mengalir arus listrik di kawat, maka terbentuk medan magnet. Dan jika antara kedua kawat terdapat beda potensial (V), maka akan terbentuk pula medan listrik.

Andaikan kawat yang diamati sangat pendek ($s \ll \lambda$), maka sebagai model bisa digunakan model diskret L dan C (model lossless)



Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008

Presentasi 1

16

Kawat panjang bisa dipandang sebagai rangkaian model kawat pendek yang digandengkan

Yang akan kita amati sekarang adalah, berapa tegangan di posisi z , jika diawal rangkaian diberikan tegangan V_a ?

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008 Presentasi 1 17

Model yang memperhitungkan kerugian (R dan G)

Kirchhoff's Voltage Law
$$v = R_s \cdot i + L_s \cdot \frac{\partial i}{\partial t} + v + \frac{\partial v}{\partial z} dz$$

Kirchhoff's Current Law
$$i = G_s \cdot v + C_s \cdot \frac{\partial v}{\partial t} + i + \frac{\partial i}{\partial z} dz$$

Mudrik Alaydrus, Univ. Mercu Buana, 2008 Presentasi 1 18

Sebagai pengganti besaran R_s , L_s , C_s dan G_s dipakai kuantitas per-satuan panjang

$$L' = \frac{L_s}{s} \quad \text{atau dengan panjang } dz : L_s = L' \cdot dz$$

Sehingga

$$0 = R' \cdot dz \cdot i + L' \cdot dz \cdot \frac{\partial i}{\partial t} + \frac{\partial v}{\partial z} dz \Rightarrow \frac{\partial v}{\partial z} = - \left(R' \cdot i + L' \cdot \frac{\partial i}{\partial t} \right)$$

$$0 = G' \cdot dz \cdot v + C' \cdot dz \cdot \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial i}{\partial z} dz \Rightarrow \frac{\partial i}{\partial z} = - \left(G' \cdot v + C' \cdot \frac{\partial v}{\partial t} \right)$$