
PERANCANGAN TRANSISI KOAXIAL KE WAVEGUIDE WG8

Toni Ismanto¹, Mudrik Alaydrus²

^{1,2}Jurusan Elektro, Universitas Mercu Buana

Jl. Meruya Selatan, Kebun Jeruk - Jakarta Barat.

Telepon: 021-5857722 (hunting), 5840816 ext.2600 Fax: 021-5857733

Email: mudrikalaydrus@yahoo.com

Abstrak - *Waveguide* adalah struktur yang membimbing gelombang, seperti gelombang elektromagnetik atau gelombang suara. Ada berbagai jenis *Waveguide* untuk setiap jenis gelombang. Yang asli dan paling umum, artinya adalah pipa logam kosong digunakan untuk tujuan ini.

Waveguides berbeda dalam geometri yang dapat membatasi energi dalam satu dimensi seperti di lempengan *waveguides* atau dua dimensi seperti dalam serat atau saluran *waveguides*. Selain itu, *waveguides* berbeda diperlukan untuk memandu frekuensi yang berbeda: membimbing serat optik laser (frekuensi tinggi) tidak akan memandu gelombang mikro (yang memiliki frekuensi yang jauh lebih rendah). **Kata kunci:** *Waveguide*, transisi koaxial, serat optik laser

Abstract - *Waveguide* is a structure that guides the waves, like electromagnetic waves or sound

waves. There are various types of *waveguide* for each type of wave.

The original and most general meaning is an empty metal pipe used for this purpose.

Waveguides different in geometry that can limit the energy in one dimension as in slab *waveguides* or two dimensions as in the fibers or channel *waveguides*. In addition, different *waveguides* is needed to guide the different frequencies: optical fiber guided laser (high frequency) will not guide the microwave (which has a much lower frequency).

Keywords: *Waveguide*, *coaxial transission*, *laser fiber optic*

PENDAHULUAN

Aplikasi sebuah saluran transmisi pada sebuah alat/perangkat memang tidak bisa dipisahkan, karena saluran transmisi dengan jenis medianya baik itu media fisik atau pun non fisik akan selalu berhubungan dengan perkembangan teknologi

melalui alat/perangkat yang dibuat untuk mempermudah manusia dalam pekerjaan baik yang bersifat produksi ataupun pekerjaan sehari-hari. Untuk menunjang suatu perangkat yang dapat mengirimkan energi dari satu titik ke titik lainnya dengan jarak yang lebih jauh tentunya sangat dibutuhkan penggunaan media transmisi yang dapat mengirimkan energi dalam bentuk gelombang, untuk itu maka diperlukan sebuah transisi pada sebuah media transmisi fisik (kabel) menjadi media transmisi non fisik (udara) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang merambat diudara, energi dalam gelombang elektromagnetik tersebut merambat melalui udara untuk itu diperlukan suatu alat yang dapat membimbing gelombang yaitu waveguide. Waveguide adalah tabung berongga yang dapat membimbing gelombang untuk kemudian dapat dipancarkan melalui media udara dalam bentuk gelombang.

Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya membatasi permasalahan pada bumbung

gelombang persegi (waveguide) khususnya WG8.

2. Menganalisa transisi dari coaxial kabel ke waveguide.
- 3.

Tujuan Penelitian

Menganalisa transisi dari koaxial kabel ke waveguide dengan sebuah fabrikasi waveguide tipe WG8 yang dibuat dengan material plat kuningan yang merupakan bagian dari bahan konduktif dengan ketebalan = 1 mm dan kemudian dibentuk dengan dimensi = 109 mm x 55 mm.

Teori Dasar Saluran Transmisi

Umum

Penyampaian informasi dari suatu sumber informasi kepada penerima informasi dapat terlaksana bila ada suatu sistem atau media penyampai diantara keduanya jika jarak antara sumber informasi dengan penerima informasi dekat, maka sistem transmisi yang dipakai cukup melalui media udara. Namun jika jarak keduanya jauh dan sangat jauh maka di butuhkan suatu sistem transmisi yang lebih kompleks. Sistem transmisi itu dapat terdiri dari satu atau lebih media transmisi. Media yang digunakan dalam sistem

ini dapat berupa media fisik (kabel) maupun nonfisik (nirkabel).

Jenis Media Saluran Transmisi

Walaupun secara umum media saluran transmisi yang digunakan pada frekuensi tinggi maupun gelombang mikro (*microwaves*) dapat berupa sepasang penghantar atau sebuah penghantar berongga, namun dalam aplikasinya dapat kita bedakan dalam 4 kategori, yakni :

- Saluran transmisi dua kawat sejajar (*two-wire transmission line*),
- Saluran transmisi koaksial (*coaxial transmission line*),
- Bumbung gelombang (*waveguides*),
- Microstrip dan stripline.

Karakteristik Saluran Transmisi

Karakteristik listrik pada saluran transmisi berbeda dengan karakteristik dari rangkaian listrik biasa. Karakteristik listrik suatu saluran transmisi sangat bergantung pada konstruksi dan dimensi fisiknya.

Ketika hubungan antara sumber sinyal dengan beban sedang berlangsung, maka sinyal akan

merambat pada pasangan kawat penghantar saluran transmisi menuju keujung yang lain dengan kecepatan tertentu. Semakin panjang saluran transmisi, maka waktu tempuh dari rambatan sinyal itu akan semakin lama. Arus yang mengalir di sepanjang saluran akan membangkitkan suatu medan magnet yang menyelimuti kawat penghantar dan adakalanya saling berhimpit dengan medan magnet lain yang berasal dari kawat penghantar lain di sekitarnya. Medan magnet yang dibangkitkan oleh kawat penghantar berarus listrik, merupakan suatu timbunan energi yang tersimpan dalam kawat penghantar tersebut sehingga dapat dianggap bahwa kawat penghantar bersifat induktif atau memiliki induktansi.

Waveguide

Bumbung Gelombang Persegi (*waveguide*)

Bumbung gelombang merupakan pipa yang terbuat dari konduktor sempurna dan di dalamnya kosong atau di isi dielektrik, seluruhnya atau sebagian. Gelombang elektromagnetik yang menjalar dalam bumbung gelombang adalah mode TE dan mode TM.

Berdasarkan bentuk penampangnya, bumbung gelombang dibagi menjadi beberapa jenis; yang banyak dikenal adalah bumbung gelombang dengan penampang persegi dan lingkaran. Bumbung gelombang persegi (*rectangular waveguide*) lebih populer dalam penggunaan daripada bumbung gelombang lingkaran (*circular waveguide*).

Mode TM_{mn}

Pada mode TM, seluruh medan magnetik transversal terhadap arah jalar, berarti H_z berharga nol.

Konstanta k_c disebut bilangan gelombang *cutoff*.

Untuk impedansi gelombang dicari dengan rumus :

ω adalah impedansi intrinsik vakum dan berharga $120 \pi = 377$ (impedansi intrinsik udara dianggap sama dengan ω).

Mode TE_{mn}

Pada mode TE, semua medan listrik transversal pada arah propagasi, $E_z = 0$, tapi ada medan magnetik yang longitudinal terhadap arah propagasi.

Impedansi gelombang adalah :

(m dan n tidak boleh berharga nol secara bersamaan.)

Bila $m = n = 0$, adalah gelombang mode TEM, padahal dalam bumbung gelombang tidak ada mode TEM.

Frekuensi *cutoff* mode-mode gelombang dapat dinyatakan dengan frekuensi *cutoff* mode TE_{10} , dan mode TE_{10} frekuensi *cutoff*nya paling kecil. Dengan demikian frekuensi *cutoff* sebuah mode gelombang dalam bumbung gelombang persegi dapat dituliskan dalam bentuk.

Waveguide harus dirancang dengan ukuran sedemikian rupa sehingga yang menjalar hanya satu mode gelombang, mode dominan. Agar hanya satu mode gelombang yang menjalar, maka gelombang tersebut harus mempunyai frekuensi *cutoff* paling kecil. Jadi pada bumbung gelombang persegi, dengan $a > b$ mode dominannya adalah mode TE_{10} .

Setelah mode TE_{10} , mode berikutnya adalah mode TE_{20} atau mode TE_{01} , tergantung apakah $a > 2b$ atau $a < 2b$. Jadi lebar bidang frekuensi sebuah bumbung, agar hanya menjalarkan gelombang dengan mode tunggal, harus diperhatikan frekuensi *cutoff* ketiga mode ini. Untuk $a > 2b$, lebar bidang

frekuensi ditentukan oleh mode TE₁₀ dan mode TE₀₁.

Karakteristik Waveguide

Dalam waveguide ada dua karakteristik penting yaitu :

1. Frekuensi cut off, yg di tentukan oleh dimensi waveguide.
2. Mode gelombang yang ditransmisikan, yang memperlihatkan ada tidaknya medan listrik atau medan magnet pada arah rambat.

Faktor-faktor dalam pemilihan waveguide sebagai saluran transmisi antara:

1. Band frekuensi kerja, tergantung pada dimensi.
2. Transmisi daya, tergantung pada bahan.
3. Rugi-rugi transmisi, tergantung mode yang digunakan.

Pembuatan Dan Pengukuran Waveguide

Proses pembuatan waveguide dilakukan dengan tujuan untuk menganalisa faktor transmisi dan faktor refleksi dari transisi koaxial ke waveguide dalam pembuatan waveguide yang dibuat secara manual, dengan dimensi waveguide yang sudah ditentukan.

Perancangan Waveguide

Tahap-tahap pembuatan Waveguide :

- a. Menentukan ukuran dimensi waveguide sesuai dengan frekuensi kerja. Semakin kecil ukuran waveguide, semakin membutuhkan toleransi yang kritis.
- b. Hitung panjang gelombang waveguide (λ_g).
- c. Tentukan posisi titik lubang konektor dari garis tengah bidang waveguide (λ_g)

Dengan Frekuensi 1.70 Ghz, Wide Side (a) = 109 mm, Short Side (b) = 55 mm, dengan ketebalan/Material Thickness 1 mm, didapat :

➤ Free Space Wavelength λ_0

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.7 \times 10^9 \text{ Hz}} = 0.176 \text{ m} = 176 \text{ mm}$$

avelength Cut Off (λ_c)

$$\lambda_c = 2 \times \text{wideside} = 2 \times 109 \text{ mm} = 218 \text{ mm}$$

➤ Waveguide Wavelength λ_g

$$\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{\lambda_0}\right)^2 + \left(\frac{1}{\lambda_c}\right)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{176}\right)^2 + \left(\frac{1}{218}\right)^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{(5.138 \times 10^{-5}) - (2.104 \times 10^{-5})}}$$

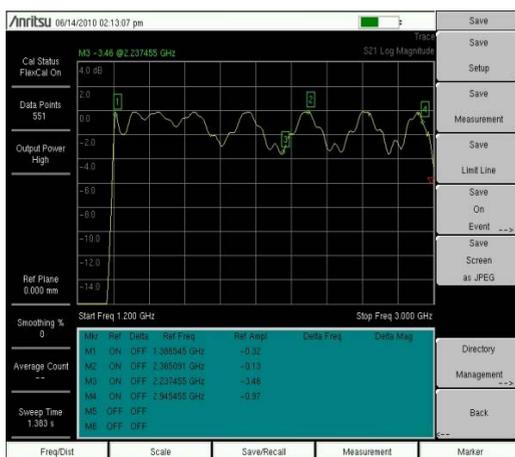
$$= \frac{1}{7.147 \times 10^{-3}}$$

$$= 13.992 \text{ mm}$$

➤ Probe Length $\left(\frac{\lambda_b}{4}\right)$

$$= \frac{139.5}{4} = 34.88 \text{ mm}$$

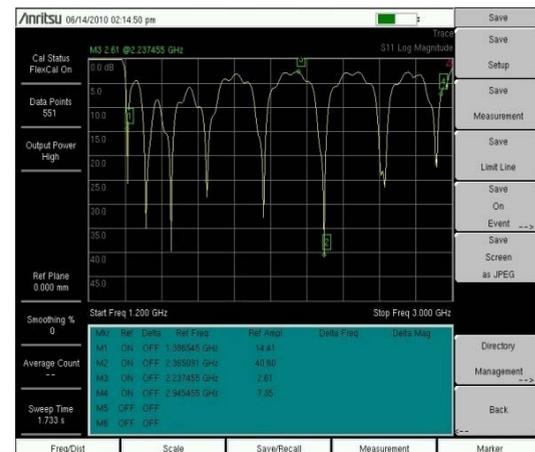
Pengukuran Dengan Menggunakan Network Analyzer



Gambar 4.1 Pengukuran faktor transmisi dengan Network Analyzer

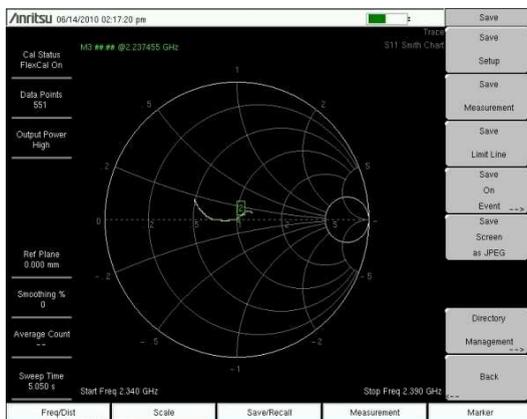
Dari hasil pengukuran faktor transmisi S21 dengan menggunakan Network Analyzer di dapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1, dimana pada frekuensi kerja dari 1.2 – 3.0 GHz, terdapat beberapa faktor transmisi yang cukup baik karena sudah memenuhi tuntutan dari ketentuan faktor transmisi ($S21 \geq -0.5\text{dB}$) ada pada frekuensi 1.38 GHz = -0.3dB, 1.60 GHz = -0.2dB, 1.82 GHz = -0.2dB, 1.98 GHz = -

0.1dB dan ($S21 \leq -0.5\text{dB}$) pada 2.23 GHz = -3.46dB, 2.68 GHz = -3.1dB, 2.71 GHz = -3.15dB, 2.94 GHz = -0.9dB.



Gambar 4.2 Pengukuran faktor refleksi dengan Network Analyzer

Dari hasil pengukuran faktor refleksi S11 dengan menggunakan Network Analyzer di dapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.13, dimana pada frekuensi kerja 1.2 – 3.0 GHz, terdapat faktor refleksi yang cukup baik ($S11 \leq -20\text{dB}$) ada pada frekuensi 1.38 GHz = -25.46dB, 1.60 GHz = -31.61dB, 1.82GHz = -31.61dB, 1.98GHz = -33.81dB dan faktor refleksi yang kurang baik ($S11 \geq -20\text{dB}$) ada pada frekuensi 2.23 GHz = -2.61dB, 2.68 GHz = -2.63dB, 2.71 GHz = -3.15dB, 2.94 GHz = -7.35dB.



Gambar 4.3 Diagram Smith Chart pada Network Analyzer

Dari pembacaan data pada mode Smith pada Network Analyzer dapat dilihat pada gambar 4.15. Tampak pada display Network Analyzer gelombang berada di tengah hal ini menunjukkan hasil yang cukup baik.

Tabel 1. Pengukuran faktor Refleksi S11 Dan Faktor Transmisi S21

Frekuensi GHz	S11 dB	S21 dB
1.38	-25.46	-0.3
1.60	-31.61	-0.2
1.82	-39.52	-0.2
1.98	-33.81	-0.1
2.23	-2.61	-3.46
2.68	-2.63	-3.1
2.71	-5.20	-3.15
2.94	-7.35	-0.9

KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan menggunakan Network Analyzer pada faktor refleksi dan faktor transmisi dari fabrikasi waveguide WG8, didapat

hasil yang cukup baik untuk faktor refleksi ($S_{11} \leq -20\text{dB}$) yaitu pada frekuensi 1.38 GHz = -25.46dB, 1.60 GHz = -31.61dB, 1.82 GHz = -39.52dB, 1.98 GHz = -33.81dB, dan didapat juga faktor refleksi yang kurang baik ($S_{11} \geq -20\text{dB}$) yaitu pada frekuensi 2.23 GHz = -2.61dB, 2.68 GHz = -2.63dB, 2.71 GHz = -5.20dB, 2.94 GHz = -7.35dB dan pada faktor transmisi, hasil yang cukup baik ($S_{21} \geq -0.5\text{dB}$) yaitu pada frekuensi 1.38 GHz = -0.3dB, 1.60 GHz = -0.2dB, 1.82 GHz = -0.2dB, 1.98 GHz = -0.1dB sedangkan hasil yang kurang baik ($S_{21} \leq -0.5\text{dB}$) yaitu pada frekuensi 2.23 GHz = -3.46dB, 2.68 GHz = -3.1dB, 2.71 GHz = -3.15dB, 2.94 GHz = -0.9dB.

Saran

Dari hasil Penelitian yang dilakukan, diperlukan beberapa saran untuk menyempurnakan fabrikasi dan data pengukuran yang dihasilkan pada Penelitian ini, yaitu diperlukannya proses perancangan yang tepat, terutama pembuatan bidang waveguide dan proses pengelasan karena bentuk bidang yang presisi akan sangat mempengaruhi perambatan

gelombang yang merambat pada dinding-dinding waveguide.

DAFTAR PUSTAKA

1. N. Marcuvitz. Waveguide handbook. Peter Peregrinus Ltd, 1986.
2. Wadel, Brian C. 1991. Transmission Line Design Handbook, Artech House, Inc., Norwood.
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Waveguide> (di unduh 05 Mei 2010).
4. <http://www.radio-electronics.com/info/antennas/waveguide/rf-waveguide-dimensions-sizes.php> (di unduh 10 Mei 2010).