

## PENGUKURAN EFEK TRANSFORMER PADA WAVEGUIDE

Oleh:

**Lince Markis**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang  
Kampus Unand Limau Manis Padang  
E-mail:lincemarkis@yahoo.com

---

### Abstrak

Makalah ini menyajikan hasil studi pengukuran efek *transformer* pada *waveguide* dengan melihat nilai VSWR dan *power reflection factor* pada berbagai variasi ketinggian dari 3 *screw transformer*. Transformer ini di pasang pada ujung saluran transmisi yang diterminasi beroperasi di frekuensi 9 GHz. Pengukuran dilakukan di laboratorium politeknik negeri padang dengan menggunakan alat ukur penunjang komponen *waveguide*. Melalui alat ukur ini dihasilkan nilai VSWR dan *power reflection factor* sehingga didapatkan grafik gelombang berdiri yang dipengaruhi oleh posisi 3 *screw* dari *transformer*. Pengukuran dilakukan dengan memberikan variasi ketinggian *screw transformer* berturut-turut yaitu 0mm, 2mm, 4mm, 6mm, 8mm dan 10mm. Pengukuran pertama dilakukan pada ketinggian *screw* 0mm diperoleh hasil VSWR sebesar 9,06 dengan *power reflection factor* 64,19% kemudian 2mm nilai VSWR sebesar 6,18 *power reflection factor* 52,05 %, 4mm nilai VSWR 1,95 dengan *power reflection factor* 10,41 %, 6mm nilai VSWR 1,26 dengan *power reflection factor* 1,30 %, 8mm nilai VSWR 1,15 dengan *power reflection factor* 0,47 %, 10mm nilai VSWR 1,08 dengan *power reflection factor* 0,15 %.

**Kata Kunci :** Waveguide, Transformer, Standing Wave Ratio, Power Reflection Factor.

### Abstract

This paper presents the results of a study measuring the effects of the waveguide transformers with a power saw VSWR and reflection factor at various heights from 3 screw transformers. Transformer is mounted on the end of a terminated transmission line operates at frequencies 9 GHz. Measurements were performed in the laboratory using a desert country polytechnic gauge support waveguide components. Through this measure the resulting value of VSWR and power reflection factor so obtained graph standing waves are influenced by the position of the screw 3 transformers. Measurements were made with a screw to vary the height of the row transformers 0mm, 2mm, 4mm, 6mm, 8mm and 10mm. The first measurement is done at a height 0mm screw VSWR of 9.06 obtained results with 64.19 % power reflection factor then 2mm VSWR of 6.18 power factor 52.05 % reflection, 4mm VSWR of 1.95 with a power reflection factor 10, 41 %, 6mm VSWR of 1.26 with a power factor of 1.30 % reflection, VSWR 1.15 8mm with power factor 0.47 % reflection, 10mm VSWR of 1.08 to 0.15 % power reflection factor.

Keywords : Waveguide, Transformer, Standing Wave Ratio, Power Reflection Factor

### 1. Pendahuluan

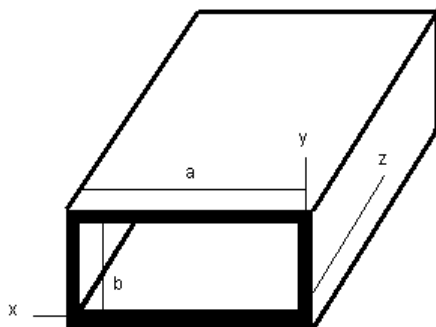
Transformer dengan 3 *screw* digunakan untuk melihat respon dari variasi ketinggian 3 *screw* terhadap nilai VSWR dan *Power Reflection Factor* pada *waveguide*. Selain itu dalam kegiatan ini akan dibandingkan hasil VSWR dan *Power Reflection Factor* dari rangkaian *waveguide* yang disisipi transformer 3 *screw* dengan rangkaian tanpa transformer 3 *screw* ( ketinggian 3 *screw* 10 mm ). Kegiatan ini dilakukan dilaboratorium politeknik Negeri padang. Didalam kegiatan pengukuran yang dilakukan menggunakan peralatan penunjang yang ada di laboratorium program studi telekomunikasi.

Penggunaan peralatan merk Unitrain ini sangat menunjang dalam pengukuran nilai VSWR dan *Power Reflection Factor*. Pengukuran ini dilakukan menggunakan slotted line dengan panjang 7 cm. Pengukuran disepanjang slotted line dilakukan dengan cara menggeser. Hasil pengukuran ini menghasilkan nilai VSWR dan *Power Reflection Factor* serta grafik nilai tegangan terhadap jarak yang nantinya merupakan nilai tegangan maksimum dan tegangan minimum.

### 2. Tinjauan Pustaka

**Pemandu Gelombang Segi Empat (Rectangular Waveguide)**

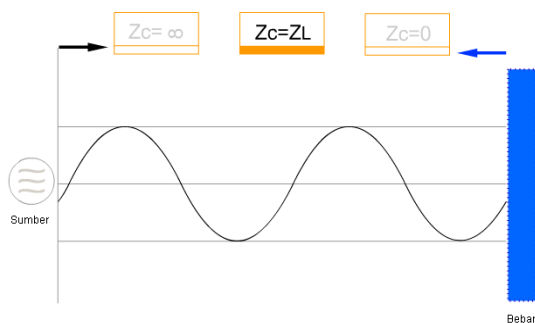
Pemandu gelombang adalah saluran transmisi yang berperan penting dalam transmisi gelombang berfrekuensi tinggi. Dimensi pemandu gelombang secara umum mempunyai ukuran yang besar kearah tiga dimensi. Pada pemandu gelombang segi empat ada dua mode utama yaitu mode H yang merupakan gelombang transversal listrik dan mode E yang merupakan gelombang transversal magnetis. Pada gambar 1. terlihat geometri pemandu gelombang segi empat. Gelombang transversal merujuk kepada arah z. Di kasus pemandu gelombang diasumsikan tersusun dari bahan penghantar ideal, pada sisi kiri dan kanan penghantar, di  $x = 0$  atau  $x = a$  dan disisi atas dan bawah penghantar, di  $y = 0$  atau  $y = b$ , medan listrik tidak boleh mempunyai komponen tangen ( $E_{tan} = 0$ ) dan medan magnet tidak boleh mempunyai komponen normal ( $H_n = 0$ ).



Gambar 1. Geometri *Rectangular Waveguide*

Jika frekuensi sinyal lebih kecil dari frekuensi cut-off ( $f_c$ ) maka sinyal tak akan merambat. Jadi pada *waveguide* segiempat akan terbentuk mode-mode yang ditandai dengan index m dan n, yang menyatakan jumlah fungsi sinus setengah. Namun jika frekuensi sinyal lebih tinggi dari frekuensi cut-off maka akan merambat beberapa mode.

### Pantulan Gelombang



Gambar. 2 Gelombang saat  $Z_c$  sama  $Z_L$

Pada gambar 2 menjelaskan gelombang yang berasal dari sumber ke beban tidak mengalami pantulan atau tidak berbalok arah dari beban ke sumber sehingga kondisi pada saat  $Z_c = Z_L$  tersebut memiliki amplitudo konstan.

Gambar 3 dan 4 menjelaskan adanya gelombang yang dipantulkan kembali kearah sumber. Sehingga dihasilkan amplitudo gelombang yang bervariasi artinya terjadi gelombang berdiri.

Gelombang dalam saluran transmisi merambat dimulai dari sumber ke beban dan dipantulkan (*reflection*) pada ujungnya. *Reflection factor* ( $r$ ) dapat dirumuskan :

$$r = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

*Reflection factor* dapat bernilai kompleks tetapi untuk beban yang bersifat pasif nilai magnitudonya adalah  $|r| \leq 1$ .

### Transformer 3 screw

Transformer dengan 3 *screw* pada *waveguide* merupakan komponen untuk penyesuaian impedansi. Transformer 3 *screw* dapat di atur kedalam atau ketinggian *screw* dengan memberikan variasi pada daerah listrik. Komponen L dan C dihasilkan melalui *screw* mengikuti impedansi di panjang gelombang pada *waveguide*.

Nilai kapasitansi dan Induktansi per unit panjang ditunjukkan pada rumus berikut ini :

$$\Delta C / \Delta l \text{ dalam Farad / meter}$$

$$\Delta L / \Delta l \text{ dalam Hendry / meter}$$

### Standing Wave Rasio (SWR)

*Standing wave* (gelombang berdiri) disebabkan oleh adanya gelombang berjalan pada arah yang berlawanan dalam suatu saluran transmisi. Ratio dari gelombang berdiri maksimum terhadap minimum-nya didefinisikan sebagai *standing wave rasio* (SWR), dinotasikan dengan symbol S.

$$S = V_{max} / V_{min}$$

Karena SWR untuk tegangan dan arus adalah sama, maka tidak ada perbedaan antara VSWR dan ISWR.

Standing wave ratio disebabkan oleh kenyataan bahwa dua komponen gelombang berjalan saling menjumlahkan (*sephase*) pada beberapa titik dan saling melemahkan di titik

### Pengukuran Efek Transformer pada Waveguide

yang lain. Jarak antara dua maksimum atau minimum.

Jika SWR bernilai satu, berarti tidak ada gelombang pantul. SWR tidak bisa didefinisikan pada saluran transmisi dengan rugi-rugi (*lossy*), karena pola gelombang berdiri berubah-ubah antara satu posisi dengan posisi lainnya. Untuk saluran dengan rugi-rugi kecil, rasio relatif konstan dan masih bisa didefinisikan.

### 3. Metode Penelitian

Untuk melaksanakan kegiatan ini telah ditempuh berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Studi tentang penggunaan transformer pada waveguide .
2. Perakitan peralatan dan komponen waveguide yang digunakan dalam melakukan pengukuran.
3. Pengesetan nilai –nilai atau parameter yang digunakan dalam menunjang pengukuran.
4. Pengukuran nilai VSWR dan koefisien refleksi daya menggunakan peralatan Lucas Nulle dan mendapatkan grafik pengukuran.
5. Pengambilan Data berupa nilai dan grafik dari variasi ketinggian 3 *screw* transformer pada frekuensi 9 GHz.

Adapun modul-modul dan peralatan penunjang yang digunakan dalam kegiatan ini adalah:

1. Modul Unitrain produksi Lucas Nulle
2. Modul Lucas Nulle L@Bsoft Introduction to microwave technology
3. Transformer 3 *screw* .
4. Komponen Waveguide penunjang seperti Gunn Oscillator SO4100-4A, Isolator SO4100-4B, Slotted line SO4100-4F, Displacemen Sensor for Slotted Line SO4100-4S, waveguide terminasi SO4100-4K.

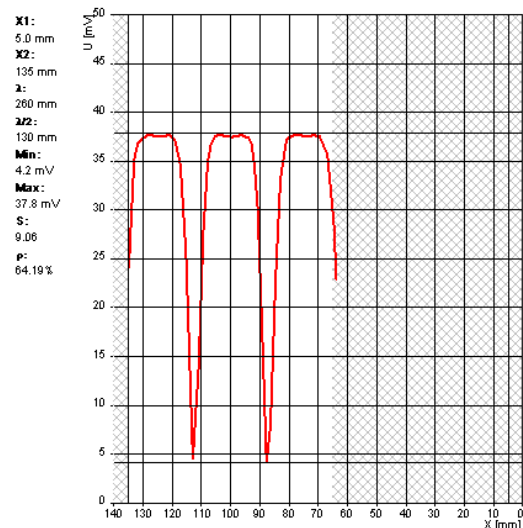
### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang sudah dicapai pada kegiatan ini adalah :

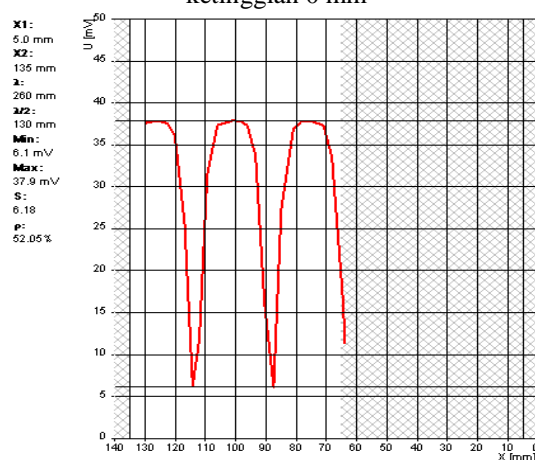
1. Berupa nilai VSWR dan koefisien refleksi daya serta grafik hasil

pengukuran sepanjang saluran transmisi 7mm menggunakan slotted line.

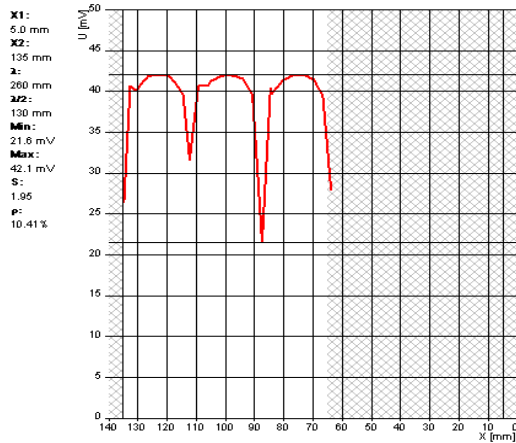
2. Data berupa analisis untuk berbagai variasi ketinggian 3 *screw* transformer yang digunakan dalam eksperimen ini.
3. Hasil pengukuran untuk variasi ketinggian 3 *screw* transformer yang berbeda.
4. Hasil pengukuran untuk rangkaian yang tidak menggunakan 3 *screw* transformer ( ketinggian 3 *screw* transformer 10 mm ).
5. Perbandingan hasil pengukuran antara variasi ketinggian 3 *screw* transformer dan tidak menggunakan 3 *screw* transformer ( ketinggian 3 *screw* transformer 10 mm ).



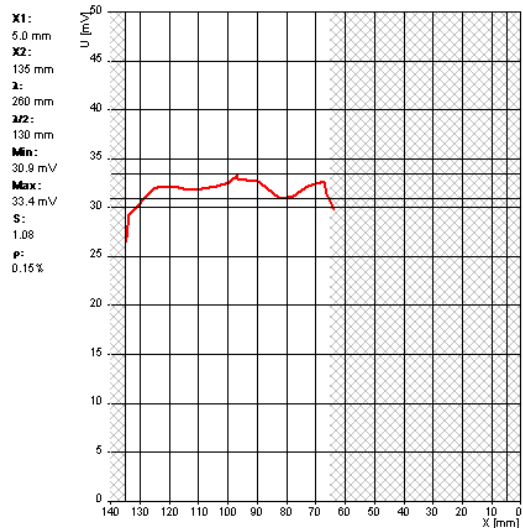
Gambar 5. Grafik Transformer 3 *screw* pada ketinggian 0 mm



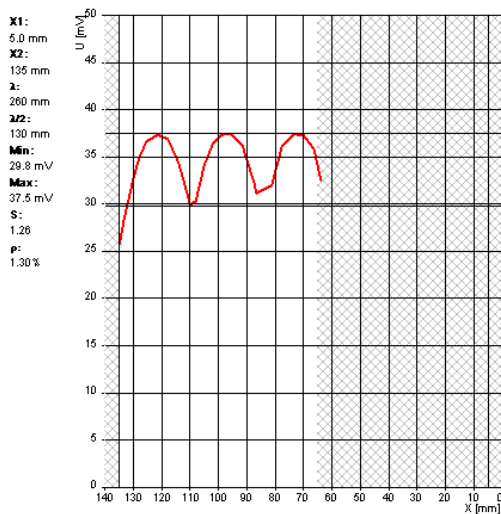
Gambar 6. Grafik Transformer 3 *screw* pada ketinggian 2 mm



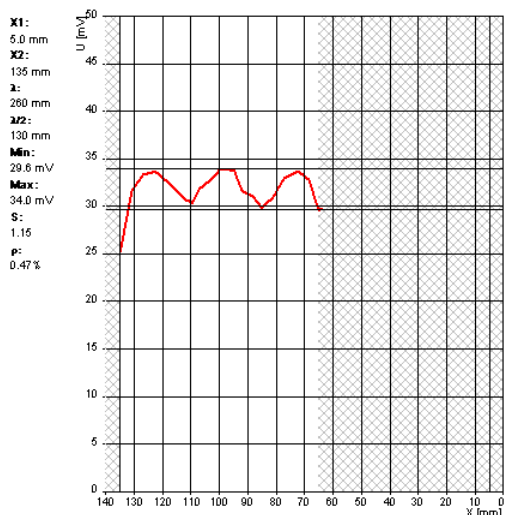
Gambar 7. Grafik Transformer 3 *screw* pada ketinggian 4 mm



Gambar 10. Grafik Transformer 3 *screw* pada ketinggian 10 mm



Gambar 8. Grafik Transformer 3 *screw* pada ketinggian 6 mm



Gambar 9. Grafik Transformer 3 *screw* pada ketinggian 8 mm



Gambar 10. Komponen Penunjang Pengukuran

Pada kegiatan pengukuran untuk berbagai variasi ketinggian 3 *screw* transformer pada frekuensi 9 GHz. Posisi 0 mm berarti ujung 3 *screw* maksimal masuk 10 mm ke dalam waveguide, sedangkan posisi 10 mm berarti ujung 3 *screw* minimum masuk dalam waveguide atau tanpa 3 *screw* transformer ( 0 mm ). Variasi ketinggian 3 *screw* transformer dimulai dari 0 mm, 2mm, 4mm, 6mm, 8mm dan 10mm. Hasil pengukuran untuk setiap variasi ketinggian 3 *screw* transformer dibandingkan dengan tanpa 3 *screw* transformer ( 10mm ). Gambar 10 merupakan komponen waveguide dalam menunjang pengukuran.



## Pengukuran Efek Transformer pada Waveguide



Gambar 11. Transformer 3 screw

Gambar 11 merupakan transformer 3 screw yang digunakan untuk pengukuran. Percobaan dilakukan dengan cara merakit komponen waveguide dan peralatan penunjang dalam pengukuran.

Dengan selesainya kegiatan ini yang menghasilkan data dan analisis mengenai penerapan berbagai variasi ketinggian 3 screw transformer pada frekuensi 9 GHz.

Hasil pengukuran nilai VSWR dan *power reflection factor* berturut-turut untuk setiap variasi ketinggian 3 screw transformer mulai dari 0mm, 2mm, 4mm, 6mm, 8mm dan 10mm adalah 9,06 : 64,19% 6,18 : 52,05% 1,95 : 10,41% 1,26 : 1,3% 1,15 : 0,47% 1,08 : 0,15%. Hasil pengukuran nilai VSWR dan *power reflection factor* pada ketinggian 3 screw 10mm memiliki arti rangkaian ini berada pada keadaan matching (sesuai) sedangkan semakin rendah variasi ketinggian 3 screw menyatakan rangkaian menuju kearah yang tidak matching (sesuai). Berarti kondisi 3 screw tranformer dalam waveguide mempengaruhi terhadap keadaan rangkaian *matching* atau tidak.

## 5. KESIMPULAN

Hasil pengukuran nilai VSWR dan *power reflection factor* untuk setiap variasi ketinggian 3 screw transformer mempengaruhi :

- rangkaian *matching* atau tidak.
- Semakin rendah posisi 3 screw transformer rangkaian menuju kearah tidak *matching*

- Posisi ketinggian 3 screw transformer maksimum 10mm (3 screw transformer tidak berada dalam waveguide) menunjukkan rangkaian berada pada kondisi *matching*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Balanis, *Antenna Theory* 2nd Edition , 1997.
- [2]. Balanis, *Microwave Antenna Theory and Design*, 1997.
- [3]. Mudrik Alaydrus, *Saluran Transmisi Telekomunikasi*, Graha Ilmu, 2009.
- [4]. Simon R. Saunders , *Antennas And Propagation* , John Willey & Sons LTD, England, 1999.
- [5]. Unitrain, *LucasNulleL@bsoft*, Germany, 2008.