

Saluran Transmisi Frekuensi 850 – 950 MHz Menggunakan Teknologi Microstrip

Budi Basuki Subagio

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang
E-mail : budi.basuki2010@gmail.com

Abstrak

Saluran transmisi frekuensi tinggi ini didesain memanfaatkan teknologi microstrip. Perhitungan semua parameter-parameter menggunakan prinsip dasar teknologi mikrostrip saluran parallel. Saluran transmisi ini mempunyai kemampuan untuk mengukur daerah frekuensi antara 850 MHz sampai 950 MHz. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisa rangkaian ekuivalen antenna ke bentuk rangkaian listrik. Dari bentuk rangkaian listrik dilakukan perhitungan secara matematis untuk merealisasikan bentuk saluran transmisi microstrip. Pengujian dilakukan di laboratorium Telekomunikasi Program Studi Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang. Dari hasil pengujian diperoleh jarak antar konduktor 1,47 cm. Untuk memperoleh impedansi 50 ohm maka ditentukan lebar strip konduktor masing-masing 5,6 mm. Hasil pengujian pada frekuensi acuan Saluran Transmisi ini menunjukkan kemampuannya dapat dilalui frekuensi sampai 950 MHz dengan VSWR terhadap beban 1,3.

Kata Kunci : frekuensi, impedansi, microstrip, VSWR

Abstract

High-frequency transmission line is designed utilizing microstrip technology. Calculation of all parameters using basic principles of parallel channels microstrip technology. The transmission line has the capability to measure the frequency region between 850 MHz to 950 MHz. The method used in this research is to analyze the equivalent circuit of the antenna to form an electrical circuit. From the shape of the electrical circuit mathematical calculation to realize shape microstrip transmission line. Tests conducted in the laboratory Telecommunications Telecommunications Study Program Electrical Engineering Department of the Polytechnic of Semarang. From the test results obtained by the distance between conductors of 1.47 cm. To obtain an impedance of 50 ohms, the width of the strip conductor is determined each 5.6 mm. The test results on the reference frequency Transmission Line shows the ability to be able to pass frequencies up to 950 MHz with a VSWR of the load 1,3.

Keywords: frequency, impedance, microstrip, VSWR

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan Penelitian ini dilakukan sebagai langkah untuk mengimbangi kebutuhan industri yang menggunakan jasa telekomunikasi frekuensi tinggi. Dengan terrealisasinya penelitian ini maka akan tercapai keselarasan dengan kemajuan teknologi telekomunikasi untuk menciptakan produk yang lebih presisi dan akurat serta terciptanya sumber daya manusia untuk menguasai dan mengembangkan teknologi frekuensi tinggi yang sangat dibutuhkan industry. Pada kegiatan ini akan dilakukan metode secara matematis dan pengujian untuk menghitung efek induksi beserta analisis parameter-parameter yang ada pada konduktor untuk merancang saluran transmisi frekuensi tinggi.

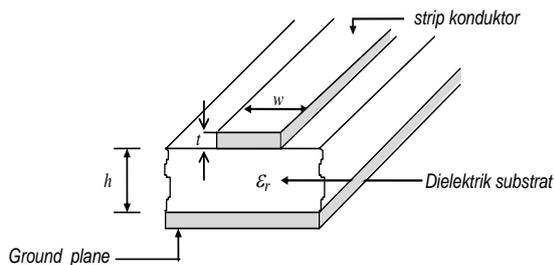
Dari uraian di atas dapat ditarik suatu masalah, yaitu bagaimanakah merancang dan membuat Saluran Transmisi Frekuensi Tinggi Menggunakan Teknologi Microstrip agar dapat digunakan sebagai modul praktikum frekuensi tinggi? Tujuan penelitian ini merancang suatu saluran transmisi frekuensi tinggi menggunakan teknologi microstrip untuk digunakan sebagai modul praktikum frekuensi tinggi.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Sirkuit Microstrip

Salah satu perkembangan teknologi telekomunikasi berfrekuensi tinggi adalah rangkaian terpadu gelombang mikro (*MICS/Microwave Integrated Circuits*) [1].

Adanya *MICS* diperkenalkan rangkaian jalur transmisi bentuk strip, berbeda dengan saluran transmisi bentuk konvensional yang kebanyakan menggunakan saluran koaksial dan bumbung gelombang (*waveguide*). *Microstrip* adalah saluran transmisi yang terdiri dari lapisan tipis konduktor pada suatu permukaan substrat dengan panjang konduktor l , lebar konduktor w , tinggi substrat h dan tebal konduktor t dengan konstanta permitivitas dielektrik relatif ϵ_r , seperti dalam Gambar 1 [2].



Gambar 1 Struktur Dasar Saluran Transmisi *Microstrip* [3].

Keuntungan teknologi *microstrip* adalah resolusi yang lebih baik dan kepadatan rangkaian yang lebih tinggi. Resolusi tinggi yang dihasilkan oleh *microstrip* menjadikan teknologi ini banyak digunakan dalam rangkaian terpadu gelombang mikro, karena suatu sistem dengan resolusi tinggi dan rugi-rugi yang kecil sangat dibutuhkan pada aplikasi jalur transmisi dan elemen gelombang mikro [4].

1.2.2 Impedansi Karakteristik

Salah satu parameter yang penting dalam merancang saluran transmisi *microstrip* adalah impedansi karakteristik, karena impedansi karakteristik yang tidak sesuai dengan impedansi masukan sumber atau beban akan menyebabkan beberapa masalah diantaranya sinyal pantul, distorsi, dan interferensi antar jalur [5]. Impedansi karakteristik *microstrip* ditentukan oleh lebar konduktor w , tinggi substrat h , dan konstanta dielektrik ϵ_r , ditentukan dengan [6].

$$Z_0 = \frac{377h}{w\sqrt{\epsilon_r}} \quad (\text{ohm}) \quad (1)$$

nilai $377 \cong 120 \pi$ ohm merupakan impedansi intrinsik ruang bebas.

II. METODE PENELITIAN

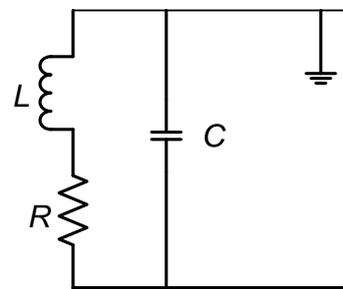
2.1 Impedansi Karakteristik Saluran

Salah satu langkah yang harus dilakukan sebelum merealisasikan saluran ke bentuk

microstrip adalah menentukan lebar antara elemen strip konduktor, karena lebar elemen strip konduktor menentukan besarnya impedansi karakteristik saluran transmisi yang akan dibuat. Dengan Persamaan (1), maka diperoleh $Z_w = 50$ Ohm, $h = 1,407 \times 10^{-3}$ m, dan $\epsilon_r = 4,8$ untuk mencapai impedansi karakteristik $Z_w = 50$ Ohm, diperoleh $w = 4,842 \times 10^{-3}$ m.

2.2 Penyesuaian Impedansi Saluran Ke Beban

Setelah nilai L dan R diketahui, dengan menentukan rangkaian ekuivalen saluran *microstrip* akan diperoleh impedansi (Z) = 50 ohm dan kapasitansi (C) pada frekuensi referensi. Rangkaian ekuivalen dengan R sebagai penyesuaian impedansi dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian Ekuivalen Antena

Dengan mensubstitusi persamaan dari rangkaian dalam Gambar 2, sehingga dari hasil perhitungan diperoleh impedansi masukan ke beban (Z_L) dan kapasitansi beban (C_L).

Rangkaian ekuivalen saluran *microstrip* adalah [7] :

$$\omega^2 = \frac{L - R^2 C}{L^2 C} \quad (2)$$

Syarat resonansi $jx = 0$, hal ini karena komponen reaktansi hanya akan memberikan daya semu dalam bentuk rugi-rugi hamburan. Oleh karena itu dibutuhkan rangkaian penyesuaian sebagai kompleks konjugasi yang berfungsi untuk menghilangkan komponen reaktansi, maka impedansi merupakan beban resistif murni dalam saluran transmisi, maka $Z_L = R_L = 0,062400513$ ohm.

Untuk impedansi lebar strip konduktor $Z_w = R_w + jx_w$ karena nilainya ditentukan 50 ohm maka $Z_w = R_w = 50$ ohm.

$$Z_{Ltotal} = (Z_w + jx_w) + (R_A + jx_A)$$

$$Z_{Ltotal} = R_{Atotal} = 50,062400513 \text{ ohm}$$

2.3. Perancangan Saluran sebagai Penyesuai Impedansi

2.3.1 Penentuan Impedansi karakteristik Saluran

Impedansi masukan untuk tiap saluran besarnya sama karena sesuai dengan rancangan saluran tunggal, bahwa masing-masing mempunyai impedansi masukan Z_0 sebesar 50 ohm.

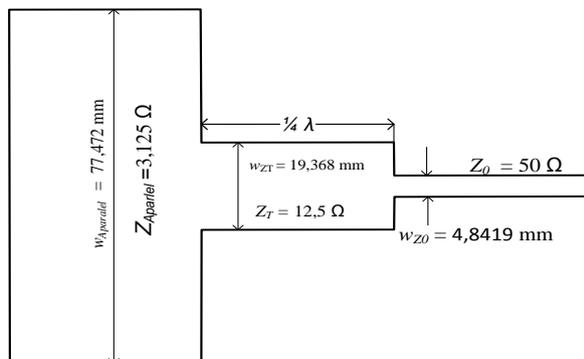
2.3.2 Penentuan Penyesuai Impedansi

Dengan munculnya impedansi $Z_{Aparalel}$ sebesar $3,125 \Omega$ sebagai akibat pertemuan enam belas elemen strip konduktor yang mempunyai impedansi karakteristik sebesar 50 ohm, maka diperlukan suatu penyesuaian impedansi agar diperoleh kembali impedansi sebesar 50 ohm yang akan langsung berhubungan dengan saluran transmisi antenna.

Penyesuaian impedansi yang digunakan dalam perancangan ini adalah dari jenis *T-Match (Transformer Matching)*. Dengan mengetahui terlebih dahulu impedansi Z_0 dan $Z_{Aparalel}$ maka penyesuai impedansi dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (2).

2.3.3. Penentuan Panjang Saluran Penyesuai Impedansi

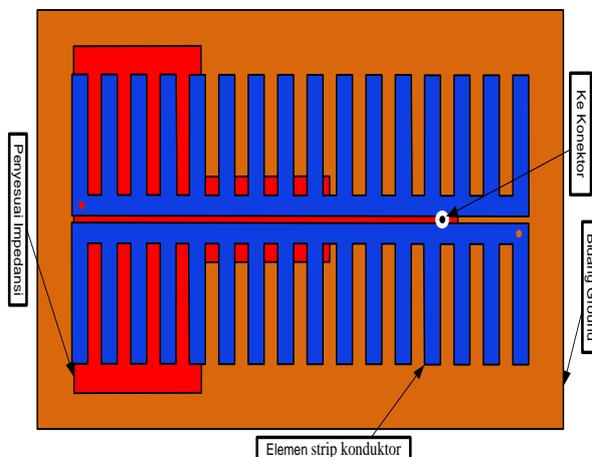
Karena penyesuai yang digunakan dalam perancangan ini adalah jenis *Transformer Matching*, maka panjang saluran penyesuai impedansi dapat ditentukan sebesar $\frac{1}{4} \lambda$. Dengan mengacu pada frekuensi acuan yang digunakan, maka dapat ditentukan panjang gelombang pada ruang bebas, sehingga dengan demikian panjang penyesuai saluran impedansi 38,0344 mm. Penyesuai impedansi untuk masing-masing saluran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Penyesuai Impedansi Trafo $\frac{1}{4} \lambda$

2.3.4 Realisasi Pencabangan Saluran Mikrostrip

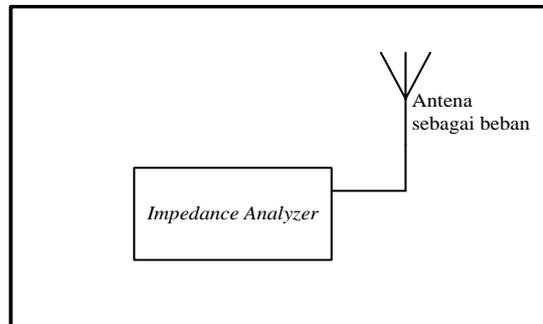
Berdasarkan data yang diperoleh dari bagian-bagian sebelumnya, maka dapat dirancang tata letak, seperti Gambar 4.



Gambar 4 Rangkaian Pencabangan Saluran *Microstrip*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Impedansi, Koefisien Pantul, dan VSWR



Gambar 5 Rangkaian Pengukuran Koefisien Pantul dan Impedansi

1. Mengatur *impedance analyzer* pada frekuensi 850 - 950 MHz
2. Mencatat impedansi beban pada *Impedance Analyzer*.
3. Mencatat koefisien pantul beban pada *Impedance Analyzer*.

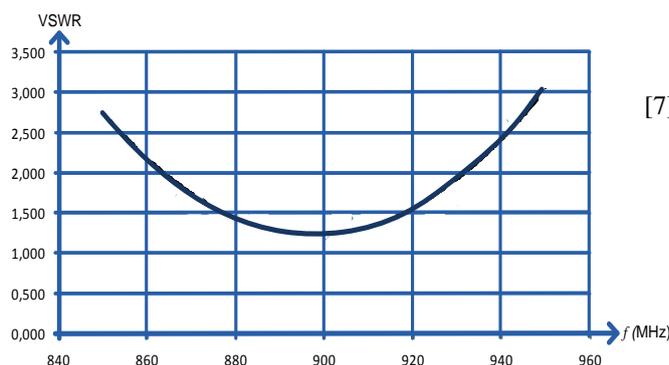
3.2 Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran impedansi dan koefisien pantul, dapat dihitung VSWR pada frekuensi 850 - 950 MHz. Tabel 1 adalah hasil pengujian pada frekuensi 900 MHz dengan impedansi karakteristik kabel koaksial $Z_0 = 50$ ohm.

TABEL 1
HASIL PENGUKURAN IMPEDANSI, KOEFISIEN PANTUL,
DAN VSWR

Frekuensi	Koefisien Pantul (τ)	Impedansi Beban, Z_L (Ohm)	VSWR
850	0,46	135,185185	2,704
855	0,441	128,890877	2,578
860	0,397	115,837479	2,317
865	0,267	86,425648	1,729
870	0,23	79,8701299	1,597
875	0,21	76,5822785	1,532
880	0,19	73,4567901	1,469
885	0,198	74,6882793	1,494
890	0,136	65,7407407	1,315
895	0,135	65,6069364	1,312
900	0,11	62,3595506	1,247
905	0,18	71,9512195	1,439
910	0,183	72,3990208	1,448
915	0,185	72,6993865	1,454
920	0,136	65,7407407	1,315
925	0,178	71,6545012	1,433
930	0,256	84,4086022	1,688
935	0,382	111,812298	2,236
940	0,451	132,149362	2,643
945	0,485	144,174757	2,883
950	0,49	146,078431	2,922

Dengan data pengukuran VSWR, maka dapat dilihat kurva hubungan VSWR vs frekuensi.



Gambar 6 Hubungan VSWR dengan Frekuensi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Saluran transmisi *microstrip* telah berhasil dirancang dan direalisasikan dengan bentuk kecil dan kokoh dengan bahan pelindung dari *acrylic* tebal 10 mm, bahan substrat *fiberglass-epoxy* dengan tebal substrat = 1,407 mm, lebar elemen strip konduktor = 4,842 mm, jumlah elemen strip konduktor = 32 elemen,
2. Hasil pengujian pada frekuensi 900 MHz menunjukkan nilai VSWR = 1,247, nilai koefisien pantul = 0,11.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hill R., *A Practical Guide To The Design Of Microstrip Antenna Arrays*, Philips Research Laboratories Surrey, England, 2003.
- [2] C. A. Balanis, *Antena Theory: Analysis and Design*, 3rd Edition, John Wiley and Sons, Inc, New York, 2005.
- [3] S. Y. Liao, *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design*, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, 1987.
- [4] Jang and Y. Woong, "Wide-Band T-Shaped Microstrip-Fed Twin-Slot Array Antenna", *Jurnal ETRI*, Volume 23, Chungcheongbuk-Do, Korea, 2001.
- [5] J. D. Kraus, *Antennas*, McGraw-Hill International, Lagerqvist, New York, 1988.
- [6] Cheng-Shong Hong, *Gain-Enhanced Broadband Microstrip Antenna*, Chien-Kuo Junior College of Technology and Commerce, Taiwan, Changhua, 1999.
- [7] David R. Jackson, "Microstrip Antennas With Reduced Surface-Wave and Lateral-Wave Excitation", *Meeting Announcement*, University of Toronto, Toronto, 2001.