

## PERANCANGAN DAN REALISASI WILKINSON 4-WAY POWER DIVIDER DENGAN BEDA FASA 90O PADA FREKUENSI 2300 - 2400 MHZ

Epi Rahmawati<sup>1</sup>, Bambang Sumajudin<sup>2</sup>, Yuyu Wahyu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

### Abstrak

Seiring dengan perkembangan teknologi telekomunikasi, khususnya gelombang radio, maka dibutuhkan suatu media/perangkat untuk meneruskan rambatan gelombang tersebut secara optimal. Pada dasarnya, komunikasi melalui gelombang radio adalah mengkonsentrasikan energi ke arah yang diinginkan. Untuk mengarahkan energi ini diperlukan sebuah antena. Jenis antena yang digunakan tergantung dari bentuk cakupan/coverage yang ditetapkan sebelumnya. Untuk memperoleh pola radiasi dan penguatan tertentu, biasanya antena disusun dalam bentuk antena susunan. Untuk mencatu daya ke antena susunan tersebut, diperlukan sebuah pembagi daya. Pembagi daya dapat sebagai splitter saja atau sekaligus combiner.

Dalam tugas akhir ini, akan dirancang dan direalisasikan dua buah Wilkinson 4-Way Power Divider dengan keempat output daya sama dan terdapat beda fasa 90o antar port output yang berdekatan, masing-masing impedansi input dan output 50 Ω. Bahan yang digunakan pada perancangan Power Divider ini menggunakan 2 jenis PCB yang berbeda, dimana data hasil pengukuran untuk masing-masing jenis PCB akan menjadi bahan analisa perbandingan selanjutnya. Adanya Perbedaan fasa pada keempat port keluarannya digunakan untuk beam forming. Pembagi daya ini untuk diaplikasikan pada sebuah antena susunan yang bekerja pada frekuensi 2300-2400 MHz. Adapun insertion loss yang ingin dicapai < 1 dB, isolasi antar port output yang ingin dicapai ≥ 20 dB dan besarnya VSWR yang ingin dicapai < 1,5. Adapun metoda yang digunakan dalam perancangan pembagi daya ini adalah metoda pembagi daya Wilkinson dengan saluran stripline jenis Shielded Stripline.

Hasil pengukuran Power Divider dengan material Epoxy/FR-4 untuk insertion loss berkisar antara 0,4 - 0,9 dB, SWR maksimum 1,1, isolasi antar port output berkisar antara 28 - 33 dB, dan beda fasa antar port output berdekatan terjadi pergeseran fasa sebesar 15,7o pada frekuensi tengahnya. Sedangkan untuk pengukuran Power Divider dengan material Duroid/RO4003C , diperoleh insertion loss berkisar antara 0,2 - 0,6 dB, SWR maksimum 1,3, isolasi antar port output berkisar antara 22 - 32 dB, beda fasa antar port output berdekatan terjadi pergeseran fasa sebesar 10,48o pada frekuensi tengahnya. Dari data hasil pengukuran menunjukkan bahwa untuk pengukuran SWR dan Isolasi cenderung lebih baik divider dengan material epoxy, untuk SWR yang terjadi maksimum 1,1, isolasi yang terjadi berkisar 28-32 dB, sedangkan untuk pengukuran insertion loss cenderung lebih baik divider dengan material duroid/RO4003C, insertion loss yang terjadi maksimum 0,3 dB

Kata Kunci : Pembagi daya Wilkinson, Shielded Stripline

Telkom  
University

### Abstract

Along with the development of telecommunication technology, especially radio waves, it takes a medium/device for continued propagation wave into an optimal fashion. In Addition, communication via radio waves is concentrated energy in the desired direction. To direct this energy needed an antenna. Type of antenna used depends on the form of coverage/coverage predetermined. To obtain the radiation pattern and reinforcement, usually an antenna arranged in the form of an array antenna. To distribute power to the array antenna, needed a power divider. Power divider can be as a splitter only or both combining

Due to solving these tasks, will be designed and realized two Wilkinson 4-Way Power Divider with four power output of the same and there are different phases 90o between the output port is near, each impedance inputs and outputs 50  $\Omega$ . The material used in the design of power divider uses 2 types of PCB are different, where the data of measurements for each type of PCB would be material comparative with further analysis. The existence of difference of phase at the four port of output is used for beam forming. Divider this power to be applied to an array antenna that works at frequencies 2300 - 2400 MHz. The insertion loss to be achieved <1 dB, the isolation between the output port to be achieved  $\geq$  20 dB and the amount of VSWR to be achieved < 1.5. The method used in the design to divides this power is Wilkinson dividing method with channel stripline for shielded stripline types.

Measurement result for power divider with epoxy/FR-4 materials , for insertion loss occurs between 0.4 - 0.9 dB of range, maximum value for SWR is 1.1, isolation between output port is 28 - 33 dB, and phase different for adjacent output port occurs phase shifting is 15.7o at centre frequency. but, measurement result for power divider with Duroid/RO4003C materials , for insertion loss occurs between 0.2 - 0.6 dB of range, maximum value for SWR is 1.3, isolation between output port is 22 - 32 dB, and phase different for adjacent output port occurs phase shifting is 10.48o at centre frequency. From measured data result, it indicates that SWR and isolation measurement, power divider with epoxy materials is greater than RO4003C materials. for SWR maximum occurs 1.1 and isolation occurs between 28 - 32 dB of ranges, but for insertion loss measurement, power divider with RO4003C materials is greater than epoxy material, maximum occurs 0.3 dB.

Keywords : Wilkinson Power Dividers, Shielded Stripline

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pada dasarnya, komunikasi gelombang radio adalah mengkonsentrasikan energi ke arah yang diinginkan. Untuk mengarahkan energi ini diperlukan sebuah antena. Jenis antena yang digunakan tergantung dari bentuk *coverage* yang ditetapkan sebelumnya. Untuk memperoleh pola radiasi dan penguatan tertentu, antena biasanya disusun dalam bentuk antena susunan atau yang kita kenal dengan istilah antena array.

Pada Penelitian sebelumnya telah dirancang antena array yang tersusun dari 4 buah susunan antena dipole bekerja pada frekuensi 2300 – 2400 MHz dengan VSWR < 1,5. Dari sebuah *input*, daya *transmitter* akan ditransfer ke beberapa antena dalam susunan tersebut. Dalam pencatuan daya ke antena susunan tersebut, diperlukan sebuah pembagi daya. Pembagi daya dapat sebagai *splitter* saja atau sekaligus *combiner*. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk merancang dan merealisasikan sebuah pembagi daya untuk pencatuan daya ke antena susun tersebut, Untuk melihat *beamforming* yang dihasilkan dari antena susun tersebut, maka penulis mencoba merancang dan merealisasikan Wilkinson 4-Way *Power Divider* dengan adanya beda fasa  $90^\circ$  antar *port* keluaran yang berdekatan serta bekerja pada daerah frekuensi 2300-2400 MHz. Perbedaan fasa yang dirancang, untuk melihat pengaruhnya terhadap *beamforming*. Khusus untuk pembagi daya Wilkinson, dapat sebagai *divider* dan *combiner* karena baik *port input* maupun *port-port outputnya match*.

*Power Divider* atau *Power Combiner* digunakan pada frekuensi gelombang mikro. Ada beberapa metoda yang bisa digunakan untuk merealisasikan sebuah pembagi daya, antara lain:

- a. metoda *lumped element*
- b. metoda *distributed element*

Pada frekuensi tinggi sangat susah untuk menerapkan metoda *lumped element* dalam perealisasiannya. Oleh karena itu, metoda yang dipilih untuk merealisasikan pembagi

daya tersebut adalah metoda *distributed element* yaitu dengan menggunakan saluran *stripline* jenis *shielded stripline*, dengan pertimbangan *stripline* dapat dipabrikasi pada bahan dielektrik dengan redaman yang rendah dan biaya yang murah. Bila dibandingkan dengan saluran mikrostrip, keuntungan penggunaan *stripline* yaitu pada *stripline* medan diantara dua buah *groundplane* terkurung dengan baik. Hal ini akan mengurangi kopling antar saluran yang berdekatan dan sensitifitasnya kecil pada saat dikemas.

## 1.2 Tujuan Tugas Akhir

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk merancang dan merealisasikan Wilkinson *4-Way Power Divider* dengan keempat *output* daya sama dan beda fasa  $90^\circ$  antar *port* keluaran yang berdekatan dalam bentuk *patch* pada epoxy/FR-4 dan RO4003C untuk frekuensi kerja 2300 – 2400 MHz.

## 1.3 Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini dibahas lingkup permasalahan sebagai berikut:

1. Menentukan spesifikasi perancangan Wilkinson *Power Divider* dengan menggunakan metode saluran *stripline*, yaitu satu *port* masukan dan empat *port* keluaran dengan keluaran daya sama pada masing-masing *port output*nya,  $VSWR < 1.5$ , Isolasi  $\geq 20$  dB, terdapat beda fasa antar *port output* yang berdekatan sebesar  $90^\circ$ , impedansi terminal input dan *output*nya 50 ohm.
2. Melakukan perhitungan secara teori perancangan *Power Divider* dengan menggunakan dua bahan PCB yaitu jenis Epoxy/FR-4 dan duroid/RO4003C agar dapat bekerja pada frekuensi operasi 2300 MHz - 2400 MHz.
3. Merealisasikan hasil perhitungan untuk kedua bahan PCB yaitu jenis Epoxy/FR-4 dan Duroid/RO4003C yang kemudian dilakukan pengukurannya dengan parameter-parameter *divider* yang dibutuhkan.
4. Menganalisis hasil pengukuran untuk mengetahui apakah hasil keduanya sesuai dengan spesifikasi perancangan.

#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini, penulis batasi dengan hanya membahas hal-hal yang berkaitan dengan perancangan dan perealisasi *Wilkinson 4-Way Power Divider* dengan keempat *output* daya sama dan beda fasa  $90^\circ$  antar *port output* yang berdekatan, serta bekerja pada daerah frekuensi 2300 -2400 MHz, proses pabriksi *Power Divider* ini dengan *fotoeching* dan bahan substrat dari Epoxy FR-4 dan RO4003C.

#### 1.5 Metodologi

Dalam penyusunan laporan ini, data-data dikumpulkan dengan menggunakan beberapa metoda, yaitu :

1. Studi Literatur

Merupakan kegiatan pembelajaran materi melalui sumber pustaka, baik berupa buku, artikel maupun jurnal ilmiah. Data diperoleh dari sumber yang ada di Perpustakaan Jurusan Teknik Elektro, Perpustakaan Pusat Politeknik Negeri Bandung dan Perpustakaan Institut Teknologi Telekomunikasi.

2. Metoda Observasi

Penulis melakukan pengamatan secara langsung terhadap Tugas Akhir sebelumnya sebagai bahan pertimbangan dalam perancangan Tugas Akhir yang sedang dikerjakan.

3. Perancangan

Merupakan perancangan *Power Divider* dengan menggunakan rumus secara teori.

4. Pabriksi

Proses pabriksi dilakukan dengan proses yang dikenal *fotoeching* dengan ukuran yang telah diperoleh dari hasil perhitungan.

5. Realisasi dan Pengukuran

Setelah dilakukan perancangan *Power Divider*, maka dilakukan realisasi dan diukur parameter dari karakteristik *Power Divider* tersebut.

6. Analisis

Bertujuan menganalisa data yang diperoleh dari hasil pengukuran kedua *Power Divider* yang telah direalisasikan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I Pendahuluan**

Pada bagian ini berisikan : Latar Belakang Masalah, Tujuan Tugas Akhir, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Metodologi, dan Sistematika Penulisan, dan Rencana Penelitian.

### **BAB II Dasar Teori**

Bagian ini berisikan teori-teori dasar mengenai pembagi daya khususnya pembagi daya Wilkinson dan didukung oleh dasar teori mengenai *stripline*, khususnya *shielded stripline* yang digunakan dalam perealisasiian pembagi daya tersebut.

### **BAB III Perancangan dan Realisasi Alat**

Pada bagian ini berisikan perancangan dan realisasi dua buah Wilkinson 4-Way *Power Divider* dengan menggunakan *stripline*, jenis *Shielded Stripline*. Bahan yang digunakan pada perancangan power divider ini menggunakan dua buah jenis PCB, selanjutnya data hasil pengukuran dari kedua *power divider* tersebut akan menjadi bahan analisa perbandingan.

### **BAB IV Pengukuran Unjuk Kerja Dan Analisa Hasil Pengukuran**

Bagian ini berisikan hasil pengukuran parameter-parameter dari sebuah pembagi daya yang meliputi respon frekuensi, *return loss* masukan/keluaran, isolasi antar *port* keluaran, serta beda fasa antar *port output* yang berdekatan. Adakalanya hasil pengukuran tidak sesuai/menyimpang, Berdasarkan penyimpangan yang terjadi saat pengukuran, penulis mencoba menganalisa letak kesalahan dari parameter yang telah diukur.

## BAB V Penutup

Bagian ini berisikan kesimpulan dari hasil perealisasiian alat dilihat secara teoritis dan kenyataan hasil pengukuran. Pada bagian ini juga disertakan saran sebagai bahan pertimbangan dalam perealisasiian alat serupa untuk selanjutnya.

### 1.7 Rencana Penelitian

Kegiatan	Bulan I	Bulan II	Bulan III	Bulan IV	Bulan V
Pengajuan Proposal					
Studi literatur					
Perancangan & Realisasi					
Pengukuran					
Analisa Data Hasil Pengukuran					
Penyusunan Laporan					

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 KESIMPULAN

##### 5.1.1 Power Divider dengan material Epoxy/FR-4 :

1. Hasil pengukuran *insertion loss* berkisar antara 0,4 – 0,9 dB.
2. Hasil pengukuran SWR maksimum 1,1.
3. Hasil pengukuran isolasi antar port output berkisar antara 28 – 33 dB
4. Hasil pengukuran beda fasa, terjadi pergeseran fasa sebesar  $15,7^\circ$  pada frekuensi tengahnya.

##### 5.1.2 Power Divider dengan material Duroid/RO4003C :

1. Hasil pengukuran *insertion loss* berkisar antara 0,2 – 0,6 dB.
2. Hasil pengukuran SWR maksimum 1,3.
3. Hasil pengukuran isolasi antar port output berkisar antara 22 – 32 dB
4. Hasil pengukuran beda fasa, terjadi pergeseran fasa sebesar  $10,48^\circ$  pada frekuensi tengahnya.

Dari data diatas, dapat kita simpulkan bahwa ;

1. *Insertion loss* untuk divider dengan material duroid/RO4003C lebih kecil dibandingkan epoxy/FR-4. Dapat dilihat juga bahwa makin panjang saluran output, maka redaman yang terjadi makin besar. Redaman tersebut berasal dari redaman dielektrik, konduktor dan kabel-kabel penghubung yang digunakan saat pengukuran.
2. Nilai SWR input dan Output untuk divider dengan material epoxy/FR-4 lebih kecil, yang berarti kondisi matchingnya lebih baik dibandingkan material duroid/RO4003C. Idealnya SWR yang bagus adalah 1, namun disini menunjukkan telah terjadi pergeseran nilai impedansi karakteristiknya. Pergeseran ini kemungkinan pada saat pabrikasi, yaitu pembuatan film negatif dan proses *fotolithography* telah mengalami pergeseran ukuran sehingga impedansinya tidak tepat  $50 \Omega$  . Selain itu, bisa juga disebabkan sambungan antara inner konektornya tidak tepat pada *patch/strip* layout PCB nya. Namun, terlepas dari semua itu, SWR yang terjadi masih memenuhi spesifikasi.

3. Isolasi untuk divider dengan material epoxy/FR-4 lebih bagus dibandingkan dengan material duroid/RO4003C. isolasi yang terjadi tidak rata disemua frekuensi, karena perancangan pada frekuensi tengahnya, selain itu faktor pemasangan resistor isolasi kemungkinan tidak tepat pada bagian pemisah dayanya. Namun terlepas dari itu, isolasi yang terjadi masih memenuhi spesifikasi.
4. Perbedaan fasa yang terjadi antar port output berdekatan telah mengalami pergeseran, baik untuk divider dengan material epoxy/FR-4 maupun material duroid. Namun pergeseran fasa untuk divider dengan material duroid/RO4003C lebih kecil dibandingkan material epoxy/FR-4. Pergeseran yang terjadi menunjukkan bahwa perbedaan panjang saluran/*patch* antar port output yang berdekatan tidak tepat benar  $\lambda/4$  sehingga beda fasa yang terbentuk antara dua port output yang berdekatan tidak tepat  $90^\circ$ .
5. Secara keseluruhan, baik untuk divider dengan material epoxy maupun duroid/RO4003C, hasil pengukuran *insertion loss*, SWR input/output, dan isolasi antar port output telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan di awal, namun untuk beda fasa yang terjadi telah mengalami pergeseran.

Tabel rekapitulasi antara hasil perancangan dengan hasil pengukuran

Parameter pengukuran *	spesifikasi awal perancangan	hasil pengukuran	
		Epoxy/FR-4	RO4003C
Insertion Loss(dB)	< 1	0,4 - 0,9	0,2 - 0,6
VSWR	< 1,5	max. 1,1	max. 1,3
Isolasi (dB)	> 20 dB	28 - 33	22 - 32
beda fasa (deg)	90	83,15 **	-266,4**
		-285,7***	100,48***
		79,15****	92,66****

Ket :

\* pengukuran pada frekuensi tengah

\*\* beda fasa port 1 & 2

\*\*\* beda fasa port 2 & 3

\*\*\*\* beda fasa port 3 & 4

## 5.2 SARAN

Dari hasil pengukuran serta penelitian dari komponen *Power divider* dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Agar diperoleh performansi yang baik pada saat pengukuran alat yang telah direalisasikan, perlu diperhatikan dalam pemilihan konektor, kabel-kabel penghubung yang digunakan saat pengukuran, serta terminasi pada tiap-tiap port output dan input sehingga impedansi terminasinya tepat sama dengan impedansi karakteristiknya.
2. Agar dapat diperoleh hasil pengukuran yang lebih baik, maka ada baiknya pengukuran dilakukan pada ruangan *anechoic chamber*.
3. Pemasangan komponen resistor 100  $\Omega$  harus tepat benar pada bagian pemisah dayanya agar diperoleh isolasi antar *port* output yang besar.
4. Pembuatan pengemas stripline harus sepresisi mungkin, demikian pula dengan pemasangan konektor bagian dalamnya harus tepat pada jalur strip/*patch*nya untuk meminimalisasi efek *mismatch*.
5. Hindari perancangan layout yang bisa menyebabkan efek kopling ataupun superposisi destruktif.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pozar, M. David., *Microwave Engineering, 2<sup>nd</sup> Edition*, John Wiley & Sons,1998.
- [2] Collin, Robert E., *Foundation for Microwave Engineering, 2<sup>nd</sup> Edition*, Mc Graw-Hill, Inc.,1996.
- [3] Liao, Y. Samuel, *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design*, Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey, 1987.
- [4] *About Power Divider*, [www. Communication-quipment.globalspec.com/learn more/Telecommunications networking/RF Microwave wireless component/ RF power dividers](http://www.Communication-quipment.globalspec.com/learn-more/Telecommunications-networking/RF-Microwave-wireless-component/RF-power-dividers).
- [5] Fooks, Dr.E.H., Zakarevicius, Dr.R.A., *Microwave Engineering Using Microstrip Circuits*, Prentice- Hall, Australia, 1990.