

RANCANG BANGUN RANGKAIAN PEMBAGI DAYA DUA KELUARAN TAK SEIMBANG 1:4 PADA FREKUENSI 400 - 1000 MHZ MENGGUNAKAN LUMPED ELEMENT

Resti Pranatasari¹, Heroe Wijanto², Sarwoko³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

Abstrak

Power divider adalah subsistem pada sistem perangkat telekomunikasi yang penting penggunaannya dalam power amplifier, transmitter, dan catuan antena array. Power divider direalisasikan dengan menggunakan konsep lumped element, memiliki satu input dan dua output dengan perbandingan daya masing - masing output adalah 1:4.

Dalam tugas akhir ini telah direalisasikan sebuah pembagi daya tidak seimbang (Unequal Power Divider) yang memiliki 2 port keluaran dengan perbandingan daya keluaran masing - masing port adalah 1:4, berpita frekuensi lebar yaitu berkisar antara 400 - 1000 MHz. Maka, dalam waktu 5 bulan telah didesain dan direalisasikan power divider 1:4 dengan menggunakan metode Wilkinson dan direalisasikan dengan menggunakan lumped element, besarnya nilai VSWR yang ingin dicapai $\leq 1,5$, isolasi yang ingin dicapai ≥ 20 dB, dan insertion loss yang ingin dicapai $< 0,5$ dB.

Untuk mengetahui performansi dari power divider yang telah direalisasikan, maka dilakukan pengukuran dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil pengukuran power divider dengan material Epoxy/FR-4 untuk insertion loss berkisar antara 0,2 - 0,8 dB, VSWR maksimum 1,5598, return loss maksimum adalah -21,896 dB, dan isolasi antar port output berkisar antara 35 - 50 dB.

Dari data hasil pengukuran dapat diketahui bahwa power divider sudah memiliki keluaran antar port output tak seimbang dengan perbandingan 1:4, keluaran port output pertama berkisar antara -7 dB sedangkan port output kedua -1 dB. Insertion loss pada beberapa titik frekuensi tidak memenuhi spesifikasi awal $> 0,5$ dB, dimana hasil yang didapatkan berkisar antara 0,2 - 0,8 dB. Nilai VSWR maksimum 1,5598 dengan spesifikasi awal VSWR $\leq 1,5$. Return loss maksimum adalah -21,896 dB. Sedangkan isolasi berkisar antara 35-50 dB dan telah memenuhi spesifikasi yaitu ≥ 20 dB.

Kata Kunci : Unequal Power Divider, lumped element, metode Wilkinson

Telkom
University

Abstract

Power divider is a subsystem in telecommunication device system which has important using in power amplifier, transmitter, and antenna array. Power divider is realized by using the concept of lumped element. It has one input, two outputs, and the characteristics impedance is different for each port.

In this final project was realized an Unequal Power Divider which respectively having two output ports with 1:4 ratio of output power, wide frequency band at 400 - 1000 MHz. Then, within five months, it has been designed and realized an 1:4 unequal power divider with Wilkinson method and realized using lumped element, the amount of VSWR to be achieved ≤ 1.5 , the isolation between the output port to be achieved ≥ 20 dB, and the insertion loss to be achieved $< 0,5$ dB.

To determine the performance of the power divider which has been realized, in this final project has also carried out measurements of a power divider with predetermined specifications. The measurement results power divider with Epoxy/FR-4 material for insertion loss ranged from 0,2 - 0,8 dB, VSWR maximum of 1,5598, the maximum return loss is -21, 896, and isolation between the output ports anges from 35-50 dB.

From the measurement data can be seen that power divider already having an output between the output port with an unbalanced ratio of 1:4, the first output ranging from -7 dB, while the second output -1 dB. Insertion loss at some point do not meet the original specification frequency $> 0,5$ dB, where results obtained ranged from 0,2 - 0,8 dB. The maximum VSWR value 1,5598 with initial specifications VSWR $\leq 0,5$. Maximum return loss is -21,896 dB. Whereas isolation ranged from 35-50 dB and meets the specifications of ≥ 20 dB.

Keywords : unequal power divider, lumped element, Wilkinson method

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Saat ini, perkembangan teknologi telekomunikasi bergerak semakin cepat dan beragam, mulai dari komunikasi analog hingga komunikasi digital, kemudian dari transmisi kabel hingga nirkabel. Komunikasi nirkabel atau yang lebih populer disebut teknologi *wireless* yaitu suatu teknik transmisi yang tidak menggunakan media kabel dalam proses penyaluran datanya melainkan menggunakan gelombang radio. Pada penerapannya, dibutuhkan perangkat dari sisi pengirim dan penerima yang dapat mengirim dan menerima data. *Power divider* merupakan salah satu komponen yang dibutuhkan dalam teknologi nirkabel ini.

Salah satu aplikasi dari *power divider* adalah untuk sistem MATV (Mast Antenna Television), yaitu TV dengan jaringan antena bersama yang pada awalnya berasal dari antena terestrial atau antena TV lokal biasa. *Power divider* berfungsi untuk membagi daya dari mast amplifier dan mengantisipasi adanya hubung singkat sehingga tidak mengganggu tampilan TV lain. Dalam situasi tertentu, diperlukan suatu pembagi daya yang mempunyai keluaran tidak seimbang agar pembagian daya yang dihasilkan sesuai dengan jarak tempuh yang diperlukan suatu sistem tertentu sehingga lebih efektif.

Ada beberapa metoda yang bisa digunakan untuk merealisasikan sebuah pembagi daya, yaitu:

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

Metode yang digunakan untuk merealisasikan pembagi daya ini adalah metode *lumped element* yaitu dengan menggunakan komponen diskrit kapasitor dan induktor, dengan pertimbangan range frekuensi spesifikasi termasuk dalam gelombang mikro rendah. Sehingga dengan metode tersebut akan dihasilkan alat yang berukuran lebih kecil dibandingkan perealisasi dengan metode *distributed element*.

1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk merancang dan merealisasikan *Unequal Power Divider* dengan kedua *output* daya mempunyai rasio 1:4 dalam bentuk rangkaian *lumped element* pada epoxy/FR-4 untuk frekuensi kerja 400 – 1000 MHz.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam Proyek Akhir ini dibahas lingkup permasalahan sebagai berikut:

1. Menentukan spesifikasi perancangan *Unequal Power Divider* dengan menggunakan metode *lumped element*, yaitu satu *port* masukan dan dua *port* keluaran dengan keluaran daya berbeda pada masing-masing *port output*nya dengan perbandingan 1:4, $VSWR \leq 1.5$, Isolasi ≥ 20 dB, dan Insertion Loss $< 0,5$ dB.
2. Melakukan perhitungan secara teori perancangan *power divider* dengan menggunakan bahan PCB yaitu jenis Epoxy/FR-4 agar dapat bekerja pada frekuensi operasi 400 MHz - 1000 MHz.
3. Merealisasikan hasil perhitungan untuk PCB jenis Epoxy/FR-4 yang kemudian dilakukan pengukuran dengan parameter-parameter *power divider* yang dibutuhkan.
4. Menganalisis hasil pengukuran untuk mengetahui apakah hasilnya sesuai dengan spesifikasi perancangan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pelaksanaan Proyek Akhir ini, penulis batasi dengan hanya membahas hal-hal yang berkaitan dengan perancangan dan perealisasiian *2-Way Unequal Power Divider* dengan kedua *output* memiliki daya yang berbeda dengan perbandingan 1:4, serta bekerja pada daerah frekuensi 400 - 1000 MHz, proses pabrikan *power divider* ini dengan *fotoetching* dan bahan substrat dari Epoxy FR-4.

1.5 Metodologi Penelitian

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 dan Perpustakaan Institut Teknologi Telekomunikasi.

2. Metoda Observasi

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

3. Perancangan

Merupakan perancangan *power divider* dengan menggunakan rumus secara teori.

4. Pabrikasi

Proses pabrikasi dilakukan dengan proses yang dikenal *fototching* dengan nilai komponen diskrit 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 menganalisis 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 Proyek Akhir, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Metodologi, 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 *lumped element* yang digunakan dalam perealisasi pembagi daya tersebut.

BAB III Perancangan dan Realisasi Alat

Pada bagian ini berisikan perancangan dan realisasi *Unequal Power Divider* dengan menggunakan *lumped element*. Bahan yang digunakan pada perancangan *power divider* ini menggunakan PCB yaitu jenis Epoxy/FR-4, selanjutnya data hasil pengukuran dari *power divider* tersebut akan menjadi bahan analisis.

BAB IV Pengukuran Unjuk Kerja Dan Analisis Hasil Pengukuran

Bagian ini berisikan hasil pengukuran parameter-parameter dari sebuah pembagi daya yang meliputi *insertion loss*, VSWR, *return loss* masukan/keluaran, dan isolasi antar *port* keluaran. 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 perealisasi alat dilihat secara teoritis dan kenyataan hasil pengukuran. Pada bagian ini juga disertakan saran sebagai bahan pertimbangan dalam perealisasi alat serupa untuk selanjutnya.

1.7 Rencana Penelitian

Tabel 1.1 dan tabel 1.2 menunjukkan alokasi waktu dan biaya pengerjaan proyek akhir yang telah direncanakan diawal

Tabel 1.1. Tabel alokasi waktu pengerjaan proyek akhir

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

Tabel 1.2. Tabel biaya pengerjaan proyek akhir

No	Jenis Bahan	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Konektor SMA	3	Rp 25.000,00	Rp 75.000,00
2	Pembuatan film	1	Rp 5.000,00	Rp 5.000,00
3	<i>Epoxy/FR-4+ Photoetching</i>	9x6cm	Rp 10.000,00	Rp 15.000,00
4	Resistor	6	Rp 200,00	Rp 1.200,00
5	Kapasitor	8	Rp 200,00	Rp 1.600,00
6	Kawat AWG	1m	Rp 1.000,00	Rp 1.000,00
6.	Baut/Mur	3	Rp. 1.500,00	Rp. 4.500,00
Total Biaya				Rp. 102.800,00

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian pada proyek akhir ini maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan dan realisasi *unequal power divider* secara umum telah memenuhi spesifikasi awal sebagai pembagi daya tak seimbang dengan perbandingan daya keluaran 1:4. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai insertion loss yang mendekati kondisi ideal, dimana kondisi ideal tersebut dapat dipenuhi apabila output port pertama nilainya berkisar antara -7 dB sedangkan output port kedua -1 dB, dengan daya yang masuk pada input sebesar 0 dBm. Dari hasil pengukuran didapatkan daya pada output pertama berkisar antara -7,2061 s/d -7,8724 dB, sedangkan pada port output kedua -1,2405 s/d -1,8748 dB.
2. Terdapat parameter *insertion loss* dan *VSWR* yang menyimpang dari spesifikasi pada beberapa titik frekuensi. *Insertion loss* berkisar antara 0,2-0,8, dimana spesifikasi awal $< 0,5$ dB dengan insertion loss maksimum sebesar 0,8748 dB. Nilai maksimum *VSWR* adalah 1,5598 sehingga belum memenuhi spesifikasi awal $\leq 1,5$ dB.
3. Parameter *VSWR* telah mencukupi kebutuhan integritas dengan perangkat lain yang umumnya menggunakan $VSWR \leq 2$, sehingga *VSWR* yang dihasilkan dari alat yang dibuat masih dapat digunakan karena bernilai maksimum 1,5598.
4. Isolasi untuk *divider* sudah cukup bagus yaitu berkisar antara 35 – 50 dB. Parameter ini telah melebihi spesifikasi awal yaitu ≥ 20 dB. Akan tetapi, isolasi yang terjadi tidak rata disemua frekuensi karena perancangan pada frekuensi tengahnya, selain itu juga dapat disebabkan faktor pemasangan resistor isolasi yang kurang tepat pada bagian pemisah dayanya.
5. Bandwidth yang dapat dipenuhi oleh power divider adalah 350 MHz dari bandwidth total spesifikasi yang diinginkan sebesar 600 MHz.

6. Perbedaan spesifikasi, perhitungan teoritis, dan hasil pengukuran bisa dikarenakan beberapa hal seperti pelibatan komponen-komponen riil dapat menyumbangkan efek *missmatch* maupun *loss* sehingga realisasi masih kurang sempurna.

5.2 SARAN

Dari hasil pengukuran serta analisa 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 nilai komponen, 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. Pembuatan pengemas harus sepresisi mungkin, demikian pula dengan pemasangan konektor bagian dalamnya harus tepat pada jalur rangkaian untuk meminimalisasi efek *mismatch*.
3. Perealisasikan *power divider* untuk jumlah *port output* yang lebih dari dua, baik dalam hitungan ganjil, maupun genap. Hal ini disebabkan karena terdapat aplikasi yang membutuhkan perangkat *power divider* dengan jumlah *port output* lebih besar dari dua buah. Perealisasikan ini membutuhkan analisis rangkaian yang harus dimodifikasi untuk mengkompensasi adanya perubahan bentuk rangkaian sehingga *loss* dapat ditekan seminimal mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pozar, M. David., *Microwave Engineering, 2nd Edition*, John Wiley & Sons, 1998.
- [2] Collin, Robert E., *Foundation for Microwave Engineering, 2nd Edition*, Mc Graw-Hill, Inc., 1996.
- [3] Liao, Y. Samuel, *Microwave Circuit Analysis and Amplifier Design*, Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey, 1987.
- [4] Jong-Sik Lim, Sung-Won Lee, Chul-Soo Kim, Jun-Seok Park, Dal Ahn, and Sangwook Nam, “ A 4 : 1 Unequal Wilkinson Power Divider,” IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS, VOL. 11, NO. 3, MARCH 2001
- [5] V. F. Fusco, S.B.D. O'Caireallain, “Lumped Element Hibrid Networks for GaAs MMICs,” Microwave and Optical Technology Letters, Vol. 2, No. 1, Jan. 1989.
- [6] *About Power Divider*, [www. Communication-equipment.globalspec.com/learn more/Telecommunications networking/RF Microwave wireless component/ RF power dividers](http://www.Communication-equipment.globalspec.com/learn_more/Telecommunications_networking/RF_Microwave_wireless_component/RF_power_dividers).
- [7] www.artechhouse.com/GetBlob.aspx?strName=Bahl_CH12.pdf
- [8] en.wikipedia.org/wiki/Resistor
- [9] id.wikipedia.org/wiki/Induktor
- [10] www.electroniclab.com/index.php?option=comcontent&view=article&id=9:kapasitor-&catid=6:elkadasar&Itemid=7