

PEMBAGI DAYA 1:2 STRIPLINE 1805-1880 MHZ

STIPLINE POWER SPLITTER 1:2 1805-1880 MHZ

Fajar Siddiq¹, Heroe Wijanto², Yuyu Wahyu³.

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom, Bandung

³ PPET-LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)

¹fajarsiddiq@students.telkomuniversity.ac.id, ²heroe@telkomuniversity.ac.id,

³yuyu@ppet.lipi.go.id

Abstrak

Perkembangan teknologi komunikasi semakin lama semakin canggih dan efisien. Suatu komunikasi umumnya memiliki antena dimana antena tersebut memiliki bagian *transmitter* dan *receiver*. Kedua bagian itu terhubung dengan sebuah rangkaian. Sebelum sinyal masuk, ada bagian yang bertugas mengatur atau membagi sinyal tersebut yaitu *power splitter*.

Pada jurnal ini dirancang dan direalisasikan *power splitter* dalam komunikasi GSM *indoor*. Dengan menggunakan transformator $\lambda/4$. Bahan yang digunakan adalah PCB (Printed Circuit Board) dengan permitivitas relatif 2,2 dan tebal dielektrik 1,578 mm. Dalam perancangannya digunakan software Advanced Design System 2015 untuk mensimulasikan rangkaian.

Pengujian kinerja *power splitter* dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran dengan spesifikasi awal dan simulasi. Kemudian, dari hasil simulasi pada frekuensi 1805 – 1880 MHz, pembagi daya pada rancangan yang dibuat memiliki daya sebesar -3,453 dB dan -3,812 dB di kedua port outputnya.

Kata Kunci : *Power Splitter, Transformer $\lambda/4$, Monolithic Microwave Integrated Circuit, Stripline*

Abstract

The development of communication technologies are increasingly sophisticated and efficient. A communication generally has an antenna in which the antenna has a transmitter and receiver. The two parts were connected to a circuit. Prior to the incoming signal, there is a section in charge of organizing or divide the signal that is power splitter.

In this paper designed and realized a power splitter in the indoor GSM communication. By using a transformer $\lambda / 4$. Materials used are PCB (Printed Circuit Board) with a relative permittivity of 2.2 and 1.578 mm thick dielectric. In the design used the Advanced Design System 2015 software to simulate the circuit.

Testing the performance of the power splitter is done by comparing the measurement data with the initial specification and simulation. Then, from the simulation results in a frequency 1805 - 1880 MHz, the power divider crafted design has a power of -3.453 dB and -3.812 dB dB in the second output port.

Keywords: *Power Splitter, Transformer $\lambda/4$, Monolithic Microwave Integrated Circuit, Stripline*

1. Pendahuluan

Manusia sebagai salah satu makhluk sosial selalu berinteraksi dan berkomunikasi dengan manusia lainnya. Jarak bukan menjadikan penghalang untuk berkomunikasi, sebagai manusia modern manusia tentunya membutuhkan komunikasi meskipun hanya lewat suara atau data, sehingga dibutuhkan alat komunikasi yang ada hingga saat ini.

Ketika berada dalam suatu ruangan, sering kali kita mendapat sinyal GSM yang kurang baik. Hal ini disebabkan oleh sinyal yang didapat merupakan pantulan sinyal-sinyal yang sudah terkena redaman dinding ruangan yang bersekat-sekat atau ruangan bawah tanah. Oleh sebab itu dibuatlah BTS *indoor*.

Pada sistem GSM di dalam ruangan, dibutuhkan suatu *Power Splitter* untuk membagidaya ke beberapa buahantena sehingga mampu menjangkau daeah di setiap ruangan tersebut. *Power Splitter* merupakan komponen pasif microwave yang biasanya digunakan untuk mendistribusikan dan menggabungkan sinyal.

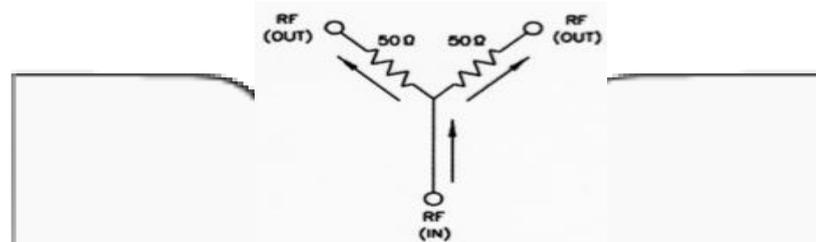
Pada jurnal ini akan disimulasikan dan direalisasikan *Power Splitter* yang dapat digunakan untuk aplikasi BTS *indoor* di frekuensi downlink 1805 – 1880 MHz,dengan bahan material Rogers Duroid 5880.

2. Dasar Teori

2.1 Power Splitter

Power Splitter merupakan perangkat yang menerima sebuah sinyal masukan dan mengirim beberapa sinyal keluaran dengan amplituda tertentu. Power splitter juga merupakan komponen pasif gelombang mikro yang digunakan untuk mendistribusikan sinyal gelombang tersebut. Power splitter dapat diaplikasikan pada sebuah antena array.

Parameter yang penting dalam pembagi daya yaitu nilai *insertion loss*, *isolation*, VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) serta *return loss*.



Gambar 2.1 Pembagi Daya

2.1.1 Wilkinson Power Splitter

Metode ini berfungsi membagi sinyal masukan menjadi beberapa sinyal keluaran yang sama[10]. Prinsip utamanya menyediakan isolasi yang tinggi antara output, dengan membatasi efek dari refleksi sinyal, karena lossless reciprocal, tree-port network tidak mempunyai port-port yang secara simulasi match[3]. Wilkinson menambahkan sebuah resistor untuk mengupayakan port keluaran match dan secara penuh mengisolasi port 2 dan port 3. Dari penjelasan diatas diketahui bahwa jenis power splitter ini memiliki empat bagian yang berbeda yaitu :

- Input port
- Quarter-wave transformers
- Isolation resistors
- Output ports

2.1.2 Penurunan S-Parameter

Scattering parameter atau S-parameter berhubungan dengan penggunaan 2 port input/output. S parameter menghasilkan pengukuran gelombang berjalan dihamburkan atau dipantulkan ketika sebuah jaringan dimasukan kedalam sebuah jalur saluran tranmisi yang mempunyai parameter impedansi tertentu S-parameter untuk pembagi daya. Konsep S parameter sebagai berikut :

$$K^2 = \frac{Z_0^2 (1 - S_{11}^2 - S_{22}^2) + 2 S_{12} S_{21}}{4 S_{12} S_{21}} \tag{2.1}$$

$$R = \frac{Z_0 (1 - S_{11}^2 - S_{22}^2) + 2 S_{12} S_{21}}{4 S_{12} S_{21}} \tag{2.2}$$

$$= \frac{Z_0 (1 - S_{11}^2 - S_{22}^2) + 2 S_{12} S_{21}}{4 S_{12} S_{21}} \tag{2.3}$$

$$= \frac{Z_0 (1 - S_{11}^2 - S_{22}^2) + 2 S_{12} S_{21}}{4 S_{12} S_{21}} \tag{2.4}$$

$$= \frac{Z_0 (1 - S_{11}^2 - S_{22}^2) + 2 S_{12} S_{21}}{4 S_{12} S_{21}} \tag{2.5}$$

$$= K \tag{2.6}$$

$$= \frac{Z_0 (1 - S_{11}^2 - S_{22}^2) + 2 S_{12} S_{21}}{4 S_{12} S_{21}} \tag{2.7}$$

Dengan demikian impedansi karakteristik saluran strip menjadi [8]:

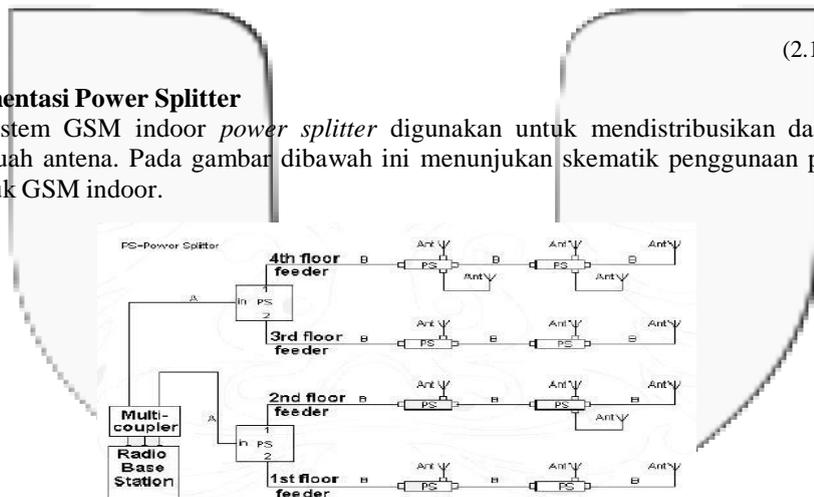
$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \tag{2.17}$$

Dengan $\epsilon_r \geq 94,25$ untuk cosh dan $\epsilon_r \leq 94,25$ untuk tanh. Dan juga

$$= \frac{Z_0 (1 - S_{11}^2 - S_{22}^2) + 2 S_{12} S_{21}}{4 S_{12} S_{21}} \tag{2.18}$$

2.2.3 Implementasi Power Splitter

Pada sistem GSM indoor *power splitter* digunakan untuk mendistribusikan daya ke beberapa buah antena. Pada gambar dibawah ini menunjukkan skematik penggunaan power splitter untuk GSM indoor.



Gambar 2.5. Diagram Skematik GSM Indoor [1].

3 Perancangan Alat

3.1 Spesifikasi Power Splitter

Pembagi daya yang akan dirancang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

1. Frekuensi kerja : 1805 – 1880 MHz
2. Frekuensi tengah : 1842,11 MHz
3. VSWR :
4. Insertion Loss : -3,5 dB
5. Return Loss : -14 dB

3.2 Pemilihan Substrat

Pada pembuatan pembagi daya untuk aplikasi GSM indoor digunakan untuk bahan dielektrik atau substrat jenis Rogers - Duroid 5880. Karakteristik dari substrat Rodgers – Duroid yaitu sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi substrat Rogers – Duroid 5880

Jenis Substrat	Rogers – Duroid 5880
Permetifitas Relatif (ϵ_r)	2,2
Tinggi Substrat (h)	1,575 mm
Tebal Konduktor (t)	0,0035 mm
Faktor Disipasi ($\tan \delta$)	0,0009

3.3 Menentukan Lebar Saluran Untuk Masing-masing

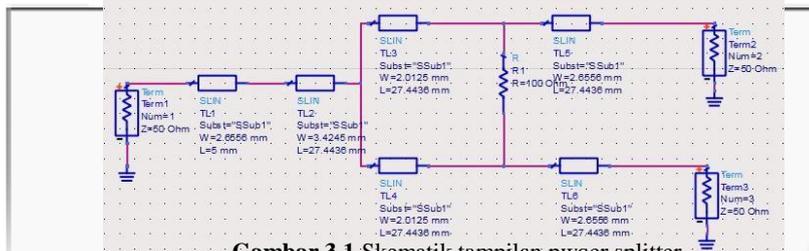
Dengan menggunakan persamaan yang di dapat untuk mendapatkan nilai lebar saluran pada tiap tingkat, hasil yang di dapatkan adalah :

Tabel 3.2 Lebar Saluran

Impedansi	Lebar Saluran
42,0448	3,4245 mm
50	2,6556 mm
59,4606	2,0125 mm

3.4 Tahap Simulasi

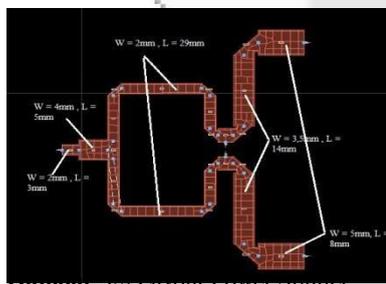
Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan software ADS 2015.1 untuk melakukan simulasi. Pada pembuatan perangkat ini menggunakan potongan dari saluran transmisi dengan panjang dan lebar sesuai dengan bahan dielektrik 2.2.



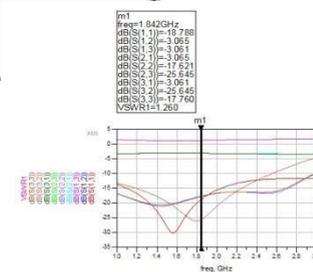
Gambar 3.1 Skematik tampilan power splitter.

3.5 Layout dan Hasil Optimasi

Setelah melakukan simulasi, selanjutnya dilakukan tahap optimasi dan dilihat hasilnya apakah memenuhi dari spesifikasi yang diinginkan atau tidak. Namun, hasil layout yang dilakukan tidak serta merta sesuai dengan hasil perhitungan dengan persamaan yang dilakukan. Oleh karena itu lebar dan saluran menjadi berubah agar sesuai spesifikasi.



Gambar 3.2 Layout Power Splitter

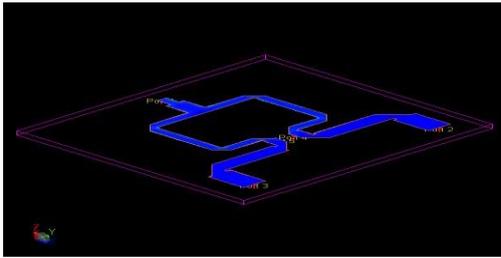


Gambar 3.3 Hasil Simulasi

Dari optimasi dapat dilihat bahwa alat pada perancangan telah memenuhi spesifikasi.

3.6 Perealisasian Alat

Gambar PCB dari rangkaian *power splitter* dengan menggunakan software Corel Draw pada Gambar dibawah ini :



Gambar 3.4 Desain PCB Power Splitter



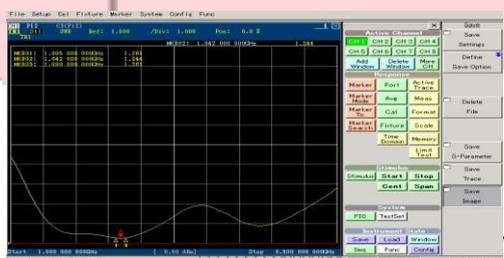
Gambar 3.5 Realisasi Power Splitter

4 Pengukuran dan Analisis

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dari pengukuran karakteristik dan dimensi fisik alat hasil fabrikasi. Pengukuran dimensi fisik pembagi bertujuan untuk membandingkan antara performansi pembagi daya hasil simulasi dengan performansi pembagi daya realisasi atau hasil fabrikasi. Pengukuran beberapa parameter ini dilakukan di Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung meliputi *returnloss*[6], *VSWR*, *insertion loss*, *isolation*.



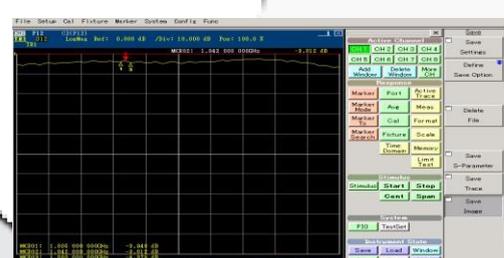
Gambar 4.1 Hasil pengukuran *return loss* input



Gambar 4.2 Hasil pengukuran *VSWR*



Gambar 4.3 Hasil pengukuran *insertion loss* 1



Gambar 4.4 Hasil pengukuran *insertion loss* 2



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran *isolation*

Hasil dari return loss pada port input, untuk frekuensi kerja 1842 MHz memiliki nilai return loss sebesar -18,913 dB. Hasil return loss pada port output 1 pada frekuensi 1842 MHz sebesar -17,661 dB dan pada port output 2 frekuensi 1842 MHz sebesar -17,754 dB. Untuk nilai insertion loss output 1 (S12) dan output (S13), seperti Gambar 3.13 menunjukkan nilai untuk frekuensi 1842 MHz sebesar -3,059 dB dan -3,063 dB, kemudian untuk port isolasi pada frekuensi 1842 MHz memiliki nilai -25,761 dB. Terakhir untuk VSWR yang dilihat hanya VSWR nilai pada port input, yang memiliki nilai 1,256. 5.

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari setiap proses perancangan realisasi hingga pengukuran power splitter dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Optimasi dengan memperpendek saluran port input, respon frekuensinya berubah lebih tajam dan lebih lebar untuk return loss input dari $-8,783$ dB menjadi $-18,788$ dB pada frekuensi 1842 MHz
2. Optimasi dengan memperbesar lebar saluran port output, menjadi 8 mm dari semula 5 mm dapat memperbesar nilai insertion loss dan mendapatkan nilai yang diinginkan.
3. Tikungan dalam jalur strip akan menyebabkan porsi yang signifikan dari sinyal pada strip yang akan dipantulkan kembali ke sumbernya, sebagian dari sinyal ditransmisikan di sekitar tikungan. Salah satu cara untuk mempengaruhi refleksi tikungan yang rendah, adalah kurva jalan strip dalam sebuah busur (Bends). Oleh karena itu, sangat diperhatikan panjang tikungan jalur tersebut pada jalur stripline.
4. Hasil pengukuran insertion loss pada port output 1 dan port output 2 pada frekuensi kerja 1805 - 1880 MHz bernilai $-3,435$ dB dan $-3,812$ dB. Untuk port output 1 cukup baik karena masih sesuai dengan spesifikasi sedangkan untuk port output 2 tidak bagus karena diluar nilai spesifikasi yang ditentukan.
5. Nilai VSWR yang dihasilkan power splitter bernilai rata rata $1,296$. Dapat disimpulkan bahwa perangkat yang telah dibuat layak untuk digunakan.
6. Begitu pula dengan nilai isolation yang bernilai $-26,480$ dB (S23). Nilai yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.
7. Proses pabrikan sangat berpengaruh terhadap kinerja yang dihasilkan dari suatu perangkat terhadap. Selain itu proses pencetakan bahan, pemasangan konektor pun berpengaruh terhadap redaman yang dihasilkan.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat memperbaiki kekurangan yang ada dan diharapkan dapat mengembangkan yang apa yang telah dilakukan pada penelitian ini. Untuk itu disarankan hal-hal berikut.

1. Pemilihan jenis bahan/ *substrate* sangat menentukan hasil respon frekuensi dan perhitungan. Dikarenakan semakin kecil nilai permitivitas suatu bahan nilai redamann dielektrik juga semakin kecil.
2. Mempertimbangkan metode lain selain wilkinson power divider untuk mendapatkan hasil yang mungkin lebih baik.
3. Proses pensolderan dan pemasangan konektor juga pemasangan resistor isolasi harus diperhatikan, karena mempengaruhi hasil dari kinerja alat yang dirancang.
4. Pentingnya untuk mengetahui parameter-parameter yang sesuai saat melakukan simulasi agar hasilnya serupa dan tidak jauh berbeda saat pabrikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pozar, David M. Microwave Engineering, 3rd Edition. John Wiley & Sons, 2005.
- [2] Fookz, E, H, Zakarevicius, R. A., *Microwave Engineering Using Microstrip Circuits*. Sydney : Prentice-Hall, 1990.
- [3] Taufik, Satiagraha, 2007 “Realisasi Four-way Power Splitter dan Power Combainer Stripline Daerah Frekuensi 1710-1880 MHz”, Institut Teknologi Telkom.
- [4] M. L, Edwards. Microwave & RF Circuits (2001). Analysis, Design.
- [5] Pozar, David M. Microwave Engineering, 3rd Edition. Jhon Wiley and Sons, 2005.
- [6] Rahardjo, Eko Tjipto. Slide Kuliah Antenna Teknik Elektro, 2008.
- [7] Stripline, <http://www.microwaves101.com/encyclopedias/stripline.cfm>, diakses tanggal 20 Agustus 2016
- [8] Sulaiman, Enceng. Diktat Saluran Planar. 2006
- [9] Wadel, Brian C. Transmission Line Design Handbook. Norwood : Artech House, 1991.
- [10] Wilkinson Power spitter, <http://www.microwaves101.com/encyclopedias/wilkinson-power-splitters>, diakses tanggal 13 November 2016

