

POWER DIVIDER 4 WAY PADA MODUL ANTENA DENGAN METODE GROUND SLOT PERSEGI UNTUK RADAR AIRPORT (ASR)

(POWER DIVIDER 4 WAY IN ANTENNA MODULE WITH METHOD GROUND SLOT RECTANGULAR FOR RADAR AIRPORT (ASR))

Aukha Lutfi Satriawan¹, Dr. Levy Olivia Nur, S.T., M.T.², Yussi Perdana Saputera, S.T., M.T.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹aukhaluthfi@student.telkomuniversity.ac.id, ²levyolivia@telkomuniversity.co.id, ³yussips@gmail.com

Abstrak

Power divider merupakan komponen pasif *microwave* yang digunakan untuk membagi sinyal masukan menjadi beberapa sinyal keluaran dengan fasa yang sama. Prinsip utamanya adalah menyediakan isolasi tinggi antar *output*, dengan membatasi efek dari refleksi sinyal. Karena *lossless reciprocal*, *three-port network* tidak mempunyai *port-port* yang secara simultan *match*. Wilkinson menambahkan sebuah resistor untuk mengupayakan *port output match* dan secara penuh mengisolasi *port 2* dari *port 3*, dan juga untuk *port 3* dari *port 4*, serta *port 4* dari *port 5* pada frekuensi tengah.

Pada tugas akhir ini yang berjudul "Power Divider 4 Way Pada Modul Antena dengan Metode Ground Slot Lingkaran Untuk Radar Airport (ASR)" akan dicoba direalisasikan *power divider* 1:4 dengan menggunakan bahan PCB jenis FR4 untuk aplikasi pada penelitian *Air Port Radar* atau *Air Surveillance Radar*.

Proses perancangan *power divider* ini dimulai dengan membuat perhitungan terhadap penentuan spesifikasi, perancangan menggunakan *software* CST dan membuat simulasi serta merealisasikan *power divider* tersebut. Setelah perancangan, realisasi dan pengukuran, diperoleh parameter – parameter yang dibutuhkan dalam tugas akhir ini, seperti *Bandwidth* ≥ 200 MHz, *VSWR* ≥ 2 , Impedansi 50 Ohm, *Loss* 3 dB, dan *Insertion loss* $(10 \log 4) = 6$ dB.

Dengan menggunakan *power divider* diharapkan hasil *bandwidth* lebih dari 300 MHz. yang akan di pasang pada bagian *transmitter* dan *receiver*, posisi penempatan di harapkan di pasang dengan *directional coupler* sesudah *Mixer*.

Kata Kunci : *Power Divider*, *Wilkinson*, *Airport Radar*, *Insertion Loss*

Abstract

The power divider is a passive microwave component that is used to divide the input signal into multiple output signals with the same phase. Its main principle is to provide high isolation between outputs, by limiting the effects of signal reflection. Because lossless reciprocal, the three-port network does not have ports that are simultaneously match. Wilkinson added a resistor to seek out a match output port and fully isolating Port 2 from Port 3, and also for Port 3 from Port 4, as well as Port 4 from Port 5 at the centre frequency.

On this final assignment entitled "Power Divider 4 Way on antenna modules with Ground method Slot circles for Radar Airport (ASR)" will attempt to realise Power Divider 1:4 by using FR4 type PCB material for applications on the Air Port research Radar or Air Surveillance Radar.

The process of designing power divider started by making calculations on defining the specification determination, designing using CST software and make simulation and realizing the power divider. After design, realization and measurement, obtained parameters-required parameters in this final task, such as Bandwidth > 300 MHz, VSWR > 2, impedance 50 Ohm, Loss 3 dB, and Insertion loss $(10 \log 4) 6$ dB.

By using power divider, it is expected the bandwidth result is more than 300 MHz. Which will be installed on the transmitter and receiver, the position is expected to be in pairs with the directional coupler after the Mixer.

Keywords : *Power Divider*, *Wilkinson*, *Air Port Radar*, *Insertion Loss*.

1. Pendahuluan

Saat ini radar pengawas udara milik bandara-bandara masih belum dapat mencakup semua wilayah udara NKRI dan jumlah bandara yang memiliki radar juga masih sedikit. Di sisi lain, radar ASR yang beroperasi

merupakan produk luar negeri dan sebagian dari radar-radar tersebut dalam keadaan tidak siap karena usianya yang sudah sangat tua dan tidak tersedianya lagi suku cadang. Usaha penggantian radar-radar tersebut dengan radar baru buatan luar negeri terkendala masalah pendanaan karena harganya yang sangat mahal. Kendala ini dapat diatasi jika radar-radar tersebut dapat diproduksi sendiri di dalam negeri karena dengan demikian biaya yang diperlukan untuk pengadaan maupun pemeliharaan dapat ditekan secara signifikan.

Tugas akhir ini akan dibahas tentang desain dan simulasi *power divider* 4 way dengan menggunakan substrat yang tersedia di dalam negeri sehingga mudah dalam fabrikasi serta melakukan modifikasi pada *ground* dengan menambahkan *slot* untuk menimbulkan kopling yang membuat *bandwidth* menjadi lebar. Radar ini menggunakan frekuensi kerja sebesar 2,8 GHz. Pada tugas akhir ini akan dicoba direalisasikan *power divider* 1:4 dengan menggunakan bahan PCB jenis FR4 untuk aplikasi pada penelitian radar ASR dengan frekuensi 2,8 GHz, dengan *bandwidth* lebih dari 200 MHz.

2. Konsep Dasar

2.1 Radio Detection and Ranging (RADAR)

Radar merupakan suatu teknik yang berguna untuk mendeteksi jarak, kecepatan, dan karakteristik dari suatu objek dengan menggunakan batuan pancaran dan *echo* dari gelombang elektromagnetik dalam rentang frekuensi radio. Dalam sistem radar terdiri dari *transmitter*, *switch*, *receiver*, dan *data recorder*.

2.2 Airport Surveillance Radar

Airport Surveillance Radar merupakan sistem radar yang berguna untuk mendeteksi dan menampilkan posisi pesawat di wilayah *Air Traffic Control* (ATC). Sistem radar terminal baru yang menggantikan sistem analog saat ini dengan teknologi digital yang baru.

2.3 Power Divider

Power divider merupakan komponen pasif *microwave* yang digunakan untuk membagi atau menggabungkan daya, karena baik *port input* maupun *port outputnya match*, *power divider* berfungsi sebagai *reciprocal passive device*, yang dapat digunakan sebagai *power combiner*. Dalam membagi daya, sebuah input sinyal dibagi oleh *power divider/combiner* menjadi dua atau lebih sinyal dengan daya yang lebih kecil, hal ini diakibatkan *loss* yang terjadi.

2.4 Wilkinson

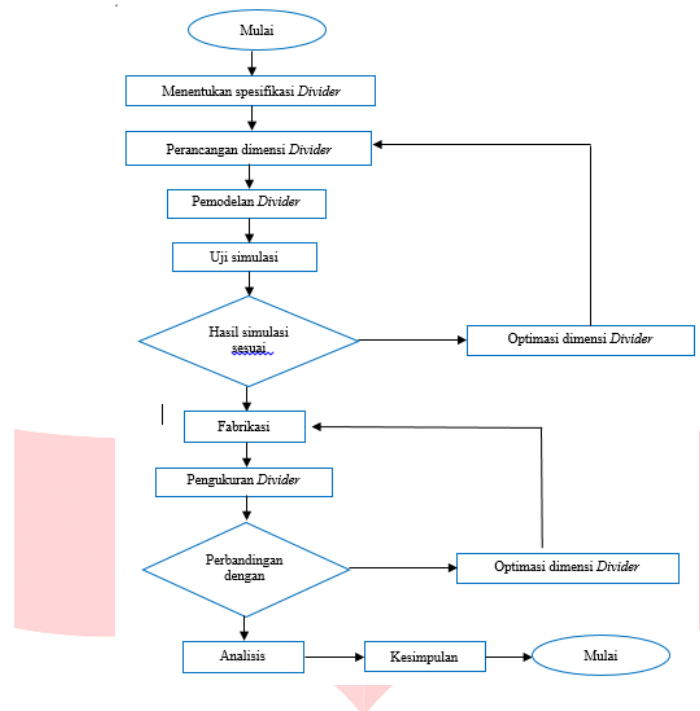
Wilkinson *power divider* berfungsi membagi sinyal masukan menjadi beberapa sinyal keluaran dengan fasa yang sama. Prinsip utamanya adalah menyediakan isolasi tinggi antar *output*, dengan membatasi efek dari refleksi sinyal, karena *lossless reciprocal, three-port network* tidak mempunyai *port-port* yang secara *simultan match*.

2.5 S-Parameter

Scattering parameter atau disingkat S-parameter berhubungan dengan penggunaan 2 *port input/output*. S parameter menghasilkan pengukuran gelombang berjalan yang dihamburkan atau dipantulkan ketika sebuah jaringan dimasukkan kedalam sebuah jalur saluran transmisi yang mempunyai parameter impedansi tertentu (Zl).

3. Desain Sistem

Merancang *power divider* 4 way pada modul antena dengan metode *ground slot* persegi untuk *radar airport* (ASR) ini digunakan untuk meloloskan frekuensi 2,8 GHz sebagai frekuensi tengahnya. *Power divider* ini di implementasikan untuk Radar ASR. *Flowchart* pengerjaan tugas akhir terdapat pada Gambar 3.1:



Gambar 1.1 Diagram alir sistem

3.1 Spesifikasi Antena

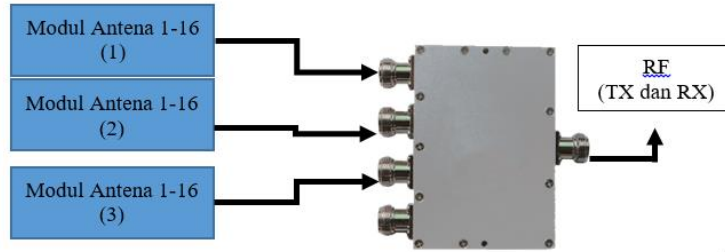
Sesuai dengan kebutuhan *power divider*, spesifikasi antenna yang akan dirancang adalah sebagai berikut:

- a. Desain Antena : *Ground Slot* Persegi
- b. Frekuensi kerja : 2,8 GHz.
- c. *Bandwidth* : ≥ 200 MHz
- d. *Insertion Loss* : kurang lebih - 6 dB.
- e. *Loss* daya : ≤ 3 dB (Setengah daya)
- f. Impedansi Terminal : 50Ω *unbalance*
- g. VSWR : ≤ 1.5 (diharapkan dibawah 1.3)
- h. Konektor : *SMA Female*
- i. Fokus pada : S Parameter
- j. Pengukuran spesifikasi *power divider* dan *power combiner* dengan mengukur Z_{in} , VSWR, *return loss* dan *bandwidth*

Antena dengan metode *Ground Slot* persegi untuk Radar Airport (ASR) akan dicoba direalisasikan *power divider* 1:4 dengan menggunakan bahan PCB jenis FR4 untuk aplikasi pada penelitian *Air Port Radar* atau *Air Surveillance Radar*.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Microwave power divider/combiner, seperti *Wilkinson divider* dapat direalisasikan dalam teknologi *microstrip* atau jalur *strip*, umumnya menggunakan transformasi $\frac{1}{4}\lambda$, dimana transformasi ini digunakan untuk mengubah input impedansi, yang umumnya 50 Ohm menjadi impedansi *output* yang direpresentasikan dengan kombinasi paralel dari *multiple output*. Tipe *microwave power divider* yang direalisasikan pada skripsi ini mempunyai 2 *input/output* masukan dan 1 *input/output*, dengan nilai s_{12} , memiliki karakteristik yang sama dengan s-parameter pada s_{21} , s_{31} . Konsep antenna dapat dilihat pada Gambar 3



9

Gambar 3.1 Konfigurasi Sistem Antena dengan Kombiner

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dari simulasi sistem yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil Perbandingan Nilai Simulasi dan Pengukuran

Parameter		Frekuensi Bawah (2,7 GHz)		Frekuensi Tengah (2,8 GHz)		Frekuensi Atas (2,9 GHz)	
		Simulasi	Pengukuran	Simulasi	Pengukuran	Simulasi	Pengukuran
s12	Insertion Loss	-7,8617 dB	-8,6081 dB	-7,914 dB	-8,5009 dB	-8,0024 dB	-8,5009 dB
s13		-7,7432 dB	-8,2675 dB	-7,794 dB	-8,2541 dB	-7,885 dB	-8,2541 dB
s14		-7,713 dB	-8,1478 dB	-7,766 dB	-8,1453 dB	-7,864 dB	-8,1453 dB
s15		-7,8295 dB	-8,7876 dB	-7,884 dB	-8,6193 dB	-7,968 dB	-8,6193 dB
s21		-7,8602 dB	-8,575 dB	-7,884 dB	-8,5029 dB	-7,995 dB	-8,6430 dB
s31		-7,7435 dB	-8,2414 dB	-7,769 dB	-8,2234 dB	-7,890 dB	-8,3451 dB
s41		-7,7125 dB	-8,1829 dB	-7,766 dB	-8,1732 dB	-7,826 dB	-8,2067 dB
s51		-7,8294 dB	-8,7301 dB	-7,884 dB	-8,5811 dB	-7,969 dB	-8,7964 dB
s11	Return Loss	-20,286 dB	-18,846 dB	18,857 dB	-38,798 dB	-15,459 dB	-27,890 dB
s22		-31,747 dB	-15,990 dB	29,062 dB	-28,210 dB	-24,375 dB	-18,362 dB
s33		-31,438 dB	-17,330 dB	29,802 dB	-29,296 dB	-25,006 dB	-29,784 dB
s44		-32,403 dB	-11,983 dB	29,005 dB	-21,984 dB	-24,362 dB	-12,642 dB
s55		-32,403 dB	-13,775 dB	29,005 dB	-27,324 dB	-24,362 dB	-13,609 dB
s21	Phase	137,67°	-104,06	99,67°	104,52	64,411°	-47,780
s12		137,71°	-104,29	99,67°	104,59	64,387°	-47,782
s31		137,51°	-107,97	99,54°	100,53	64,338°	-51,881
s13		137,89°	-108,27	99,54°	100,54	64,651°	-51,915
s41		138,97°	-106,36	100,22°	102,12	65,402°	-49,948
s14		138,21°	-106,60	100,22°	102,14	65,265°	-49,956
s51		138,25°	-109,07	100,4°	100,14	65,04°	-50,802
s15		139,22°	-109,47	100,4°	100,15	65,736°	-50,626

s11	Impedansi	50,84 Ω	42,848 Ω	50,84 Ω	48,037 Ω	50,84 Ω	50,847 Ω
s22		50,84 Ω	54,914 Ω	50,85 Ω	56,815 Ω	50,84 Ω	64,184 Ω
s33		50,84 Ω	43,301 Ω	50,85 Ω	48,210 Ω	50,84 Ω	51,612 Ω
s44		50,84 Ω	77,182 Ω	50,85 Ω	44,168 Ω	50,84 Ω	47,163 Ω
s55		50,84 Ω	69,089 Ω	50,85 Ω	46,216 Ω	50,84 Ω	48,843 Ω
s11	VSWR	1,2477	1,2661	1,1378	1,0277	1,271	1,0853
s22		1,1582	1,3761	1,1098	1,0809	1,1306	1,2776
s33		1,166	1,3156	1,1204	1,0711	1,124	1,0665
s44		1,1569	1,6719	1,1181	1,1725	1,1311	1,6116
s55		1,1482	1,5166	1,1081	1,0900	1,1365	1,5266

Hasil respon frekuensi pada pengukuran *power divider* sedikit berbeda dengan respon frekuensi hasil simulasi. Perbedaan kecuraman respon frekuensi dipengaruhi oleh proses perancangan menggunakan simulator dengan kondisi sekitar adalah ideal sedangkan pada proses realisasi dan pengukuran terdapat interferensi dari frekuensi pada udara bebas. Secara keseluruhan bentuk respon frekuensi hasil pengukuran tidak berbeda jauh dari hasil simulasi, perbandingan respon frekuensi simulasi dengan hasil pengukuran

5. Daftar Pustaka

- [1] Deni Maulana, "antena mikrostrip array 4 x 1 dengan bentuk trisula untuk aplikasi airport surveillance radar", Universitas Telkom, 2018.
- [2] Y.P. Saputera, Dkk, Beat Frequency Filter for Removing Harmonic Signals on Linear FM-CW Radar, 2015 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile.
- [3] M. I. Skolnik, "Radar Handbook", Third Edition, The McGraw-Hill Companies, America, 2018.
- [4] Dr. Robert M. O'Donnell, "A Course in Radar Systems Engineering", IEEE, New Hampshire Section Guest Lecturer, 2009.
- [5] Yussi Pedana Saputera, dkk. (2013). Design and Simulation 4 x 1 Wilkinson Combiner / Power Divider for Application of LPI Radar X-Band Frequency with Impact of Casing, ICRAMET 2013, Batam, Indonesia
- [6] M. L. Edwards, Microwave & RF Circuits (2001). Analysis, Design, Fabrication, & Measurement, (chapter 9).
- [7] Wilkinson power splitters, http://www.microwaves101.com/encyclopedia/Wilkinson_splitters.cfm#compactwilk, Tanggal akses 20 April 2019 jam 20.00.
- [8] M561 Application note v2.00, Power Dividers/Combiners, AMP Company. <http://www.macom.com/Application%20Notes/pdf/m561.pdf>, Tanggal akses 25 April 2019 jam 18.00.
- [9] Eight-way Wilkinson example, http://www.microwaves101.com/encyclopedia/wilkinson_8way.cfm#compactwilk, Tanggal akses 10 Mei 2019 jam 19.20.
- [10] Sulaiman, Enceng. Diklat Saluran Planar, 2015.
- [11] Stripline, <http://www.microwaves101.com/encyclopedia/stripline.cfm>, Tanggal akses 15 Mei 2019 jam 05.00
- [12] Pozar, David M. Microwave Engineering, 3rd Edition. John Wiley & Sons, 2015.
- [13] S. A. M. Osman, A. M. E. El-Tager, F. Ibrahim Abdelghany, and I. M. Hafez, "Two-Way Modified Wilkinson Power Divider for Uwb Applications Using Two Sections of Unequal Electrical Lengths," Prog. Electromagn. Res. C, vol. 68, no. July, pp. 221–233, 2016.
- [11] D. P. Kurniadi, "Design and Realization Wilkinson Power Divider at Frequency 2400MHz for Radar S-Band," IOSR J. Electron. Commun. Eng., vol. 3, no. 6, pp. 26–30, 2012.

- [12] J. Eichler, P. Hazdra, M. Capek, and M. Mazanek, "Modal Resonant Frequencies and Radiation Quality Factors of Microstrip Antennas," *Int. J. Antennas Propag.*, vol. 2012, pp. 1–9, 2012.
- [13] E. J. Wilkinson, "An N-Way Hybrid Power Divider," *IRE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 8, no. 1, pp. 116–118, 1960.
- [14] W. L. Stutzman and G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, vol. 23, no. 5. 1981.

