

2 WAY POWER DIVIDER DENGAN METODE EBG UNTUK MENINGKATKAN BANDWIDTH FREKUENSI 2,8 Ghz UNTUK RADAR ASR

2 WAY POWER DIVIDER WITH EBG METHOD TO INCREASE BANDWIDTH OF 2,8 Ghz FOR ASR RADAR

Fanno Rouli Panjaitan¹, Dr. Bambang Setia Nugroho, 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
fannoroulip@student.telkomuniversity.ac.id,

²bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id, ³yussips@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Power divider merupakan device yang memiliki fungsi sebagai penggabung dan pemisah daya yang mengalir baik menuju maupun pergi meninggalkan *signal generator*. Dimana proses ini akan mengubah pembagian 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*. Dengan menggunakan metode EBG, diharapkan membuat *bandwidth* yang lebar di atas 500 MHz dengan pengaruh kopling yang di timbulkan. Selain itu pula menambahkan sebuah resistor untuk mengupayakan *port output match* dan secara penuh mengisolasi *port 2* dari *port 3* pada frekuensi tengah.

Pada Tugas Akhir ini akan direalisasikan *power divider* 1:2 dengan metode EBG menggunakan bahan PCB jenis Roger 5880 untuk aplikasi pada penelitian *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* ≥ 500 MHz, *return loss* ≥ -10 dB, impedansi 50 Ω dan *insertion loss* ± 3 dB.

Dengan menggunakan *power divider* ini *bandwidth* yang dihasilkan lebih dari 500 MHz yang akan di pasang pada bagian *transmitter* dan *receiver*. Posisi penempatan di harapkan di pasang dengan *directional coupler* sesudah LNA dan sebelum *amplifier*.

Kata Kunci : *Power divider, EBG, Air Surveillance Radar.*

Abstract

Power divider is a device as a volt connector and separator, the volt flows to signal generators and vice versa. This process will change the input signal to the output with the same phase. Its core principle is providing the high isolation between outputs by limiting the effect of signal reflection because of *lossless reciprocal, and three-port networks* don't have ports match at the same time. The purpose of using the EBG method is to create a wide bandwidth with its width more than 500MHz when the coupling effect appears. Then, adding another resistor to work on the port output match and the port 2 and port 3 will be fully-isolated in the mid-frequency.

This thesis will objectify the *power divider* 1:2 with EBG method using Roger PCB material series 5880 to apply the *Air Surveillance Radar* research. Steps to process the *power divider* are calculating its specification using the CST software, then creating the simulation and objectifying the *power divider* itself.

After simulating, objectifying and estimating the *power divider*, required parameters will be issued, such as *bandwidth* ≥ 500 MHz, *return loss* ≥ -10 dB, 50 Ω impedance and *insertion loss* ± 3 dB.

By using this power divider, the output is the bandwidth more than 500 MHz which will be settled on the transmitter and receiver. The placement position is needed to be settled with a directional coupler after the LNA and right before the amplifier.

Keywords: Power divider, EBG, Air Surveillance Radar.

1. Pendahuluan

Airport Surveillance Radar (ASR) atau radar pengawas udara merupakan radar yang digunakan untuk memantau pergerakan pesawat komersial pada saat memasuki atau keluar wilayah bandara tertentu atau hanya melintasi suatu wilayah udara bandara sehingga pergerakan pesawat tersebut dapat selalu dimonitor dan dipandu. 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 membahas tentang desain dan simulasi *power divider 2 Way* dengan menggunakan substrat yang tersedia di dalam negeri sehingga mudah dalam fabrikasi serta melakukan modifikasi pada *ground* dengan menambahkan *Gap* pada bagian port 1 ke port 2 dan 3 untuk menimbulkan kopling yang membuat *bandwidth* menjadi lebar. Radar ini menggunakan frekuensi kerja 2,8 GHz. Dibandingkan *divider* yang digunakan di pasaran yang berasal dari luar negeri, memiliki harga yang relatif mahal dengan *bandwidth* yang sempit. Pada Tugas Akhir ini akan direalisasikan *power divider 1:2* dengan menggunakan bahan PCB jenis FR4 untuk aplikasi pada penelitian radar ASR dengan frekuensi 2,8 GHz, dengan *bandwidth* lebih dari 500 MHz. yang akan di pasang pada bagian *transmitter* dan *receiver*, posisi penempatan diharapkan di pasang dengan *directional coupler* sesudah LNA (*Low Noise Amplifier*) dan sebelum *amplifier*.

2. Dasar Teori

2.1 Radio Detection and Ranging (RADAR)

Radar merupakan suatu teknik yang berguna untuk mendeteksi jarak, kecepatan, dan karakteristik dari suatu objek dengan menggunakan bantuan pancaran dan *echo* dari gelombang elektromagnetik dalam rentang frekuensi radio. Dalam sistem radar terdiri dari *transmitter*, *switch*, *receiver*, dan *data recorder*. Radar bekerja dengan cara *transmitter* akan memancarkan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi radio ke suatu objek pengamatan dengan antena sebagai perantaranya lalu *switch* akan mengarahkan pulsa ke antena dan mengembalikan *echo* ke bagian *receiver*.

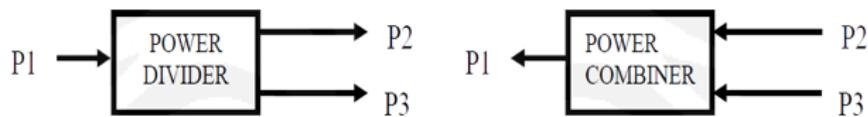
2.2 Air Surveillance Radar

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. Sistem DASR (*Digital Airport Surveillance Radar*) dapat mendeteksi posisi pesawat dan kondisi cuaca di sekitar lapangan udara sipil dan militer.

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*, seperti yang ditunjukkan

pada Gambar dibawah. Dengan kata lain, *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.

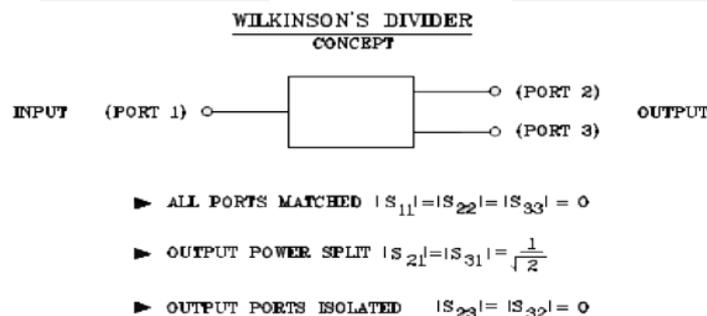


Gambar 2.1 Power divider dan Power Combiner

Microwave power divider/combiner, seperti Wilkison *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 50Ω menjadi impedansi *output* yang direpresentasikan dengan kombinasi *parallel* 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 karekteristik yang sama dengan s -parameter pada s_{21} , s_{3} .

2.4 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). S parameter diukur dalam dB (deciBell). Konsep Wilkison *divider* menggambarkan S parameter dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.

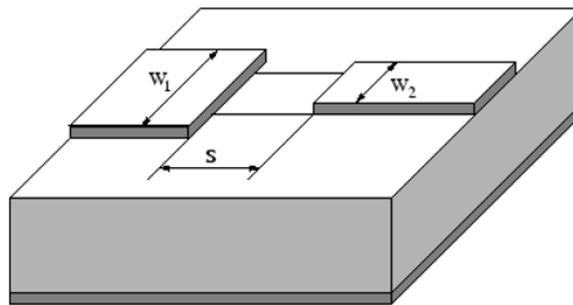


Gambar 2.2 Konsep S-parameter dalam Wilkison Divider 2 Port.

2.5 DGS dan EBG (Electromagnetic BandGap)

Konsep *defected ground structure* (DGS) berasal dari penelitian tentang *photonic bandgap structure* (PBG). Nama konsep "DGS" hanya berarti bahwa ada cacat dalam bidang ground. Ini adalah geometri kompak yang umumnya dikenal sebagai sel satuan yang tergores di bidang ground bagian belakang sebagai cacat tunggal atau konfigurasi periodik. Ini membuat struktur mencegah gelombang elektromagnetik (EM) merambat melalui cacat pada rentang frekuensi (stopband), tetapi memungkinkan gelombang EM melewatinya (cacat) pada rentang frekuensi (passband). Itu sebabnya PBG diimplementasikan dalam aplikasi EM juga disebut sebagai struktur celah pita *Electromagnetic BandGap* (EBG). Namun, sifat ini mempengaruhi gelombang terbimbing karakteristik menghasilkan sifat celah pita dan efek gelombang lambat.

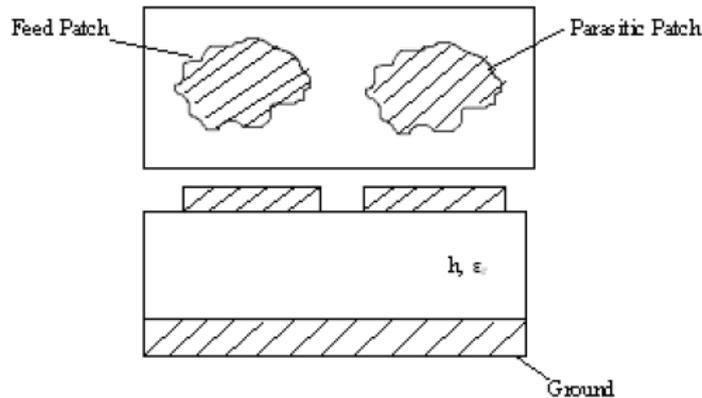
Celah *microstrip* simetris dapat dimodelkan oleh dua ujung terbuka dengan kopling seri kapasitif di antara kedua ujungnya. Tata letak fisik ditunjukkan pada gambar dibawah.



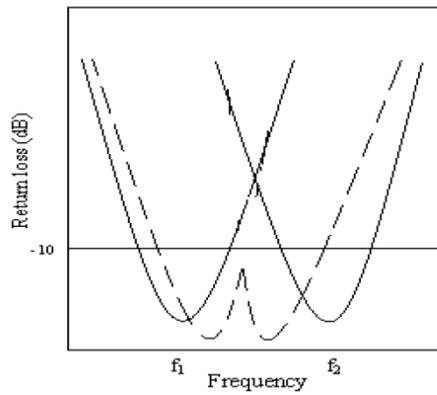
Gambar 2.3 Tata letak celah microstrip simetris.

2.6 Gap-Coupling

Meningkatkan bandwidth dan frekuensi ganda menggunakan mikrostrip dengan celah. Bandwidth antena mikrostrip dapat ditingkatkan menggunakan struktur berpasangan celah. Dalam struktur ini, bersifat parasit patch ditempatkan dekat patch pakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.14, dan melalui kopling antara tambalan. patch bersemangat dengan metode *gap* dan patch parasit dengan kopling-celah. Jika frekuensi resonansi f_1 dan f_2 dari kedua tambalan ini dekat satu sama lain, lalu lebar pita lebar diperoleh seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.15. Kerugian pengembalian input keseluruhan akan menjadi superposisi tanggapan dari dua resonator menghasilkan bandwidth yang lebar. Dengan menyesuaikan lokasi umpan dan berbagai parameter dimensi dari mikrostrip yang digabungkan dengan celah antena, bandwidth dapat ditingkatkan. Jika dimensinya patch pakan dan patch parasit sama, karena untuk menggabungkan struktur yang digabungkan menciptakan dua resonansi yang berbeda frekuensi.



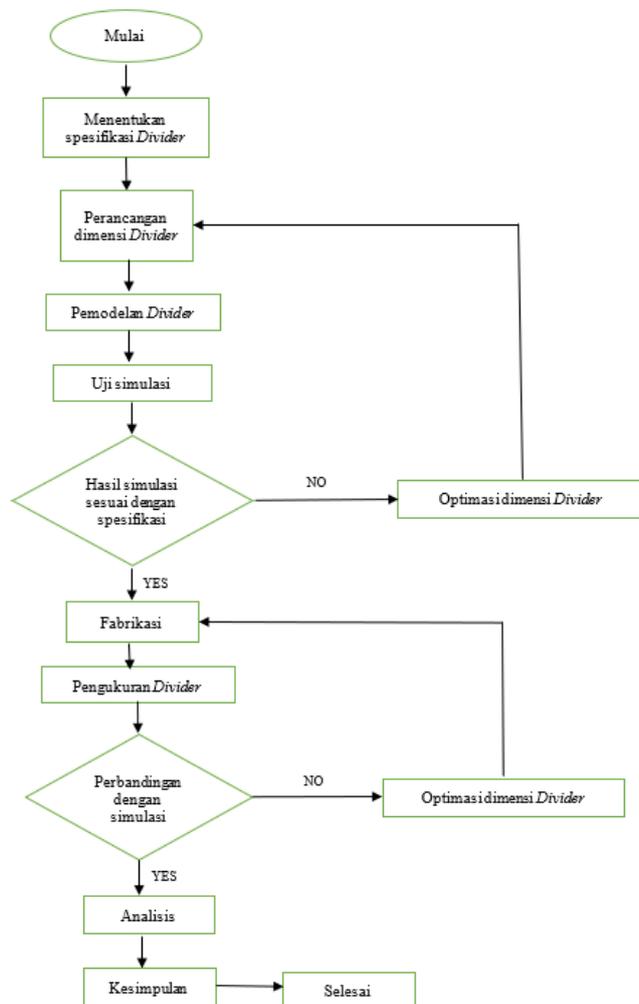
Gambar 2.4 Dua antena mikrostrip dengan Gap.



Gambar 2.5 Plot return loss dan garis putus putus resonator yang digabungkan.

3. Desain Sistem

Dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan beberapa tahap sebagai alur kerja dengan beberapa aspek yang ingin diperoleh. Perencanaan tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Flowchart skema yang diusulkan.

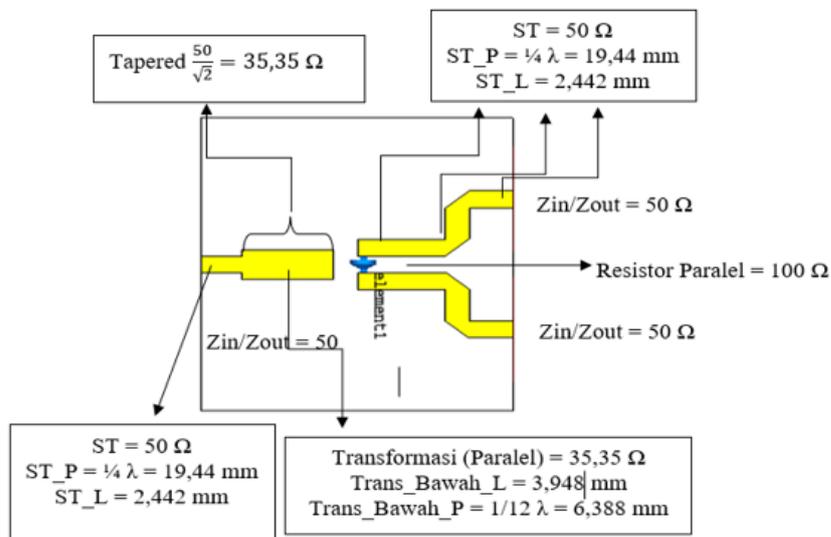
3.1 Spesifikasi *Power divider*.

Power divider yang ingin direalisasikan memiliki spesifikasi perancangan sebagai berikut:

- a. Frekuensi kerja : 2,8 Ghz.
- b. Bandwidth : > 500 MHz
- c. *Insertion loss* : kurang lebih -3 dB.
- d. Loss daya : ≤ 3 dB (Setengah daya)
- e. Impedansi Terminal : 50Ω unbalance
- f. VSWR : ≤ 1.5 (diharapkan dibawah 1.3)
- g. Konektor : SMA Female

Bahan pada perancangan *power divider* ini menggunakan Roger 5880 sebagai substrat karena substrat ini sangat baik digunakan difrekuensi tinggi dan akan membuat hasil yang lebih bagus untuk *power divider* yang dirancang, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Material : Roger duroid 5880
- b. Permittivitas (ϵ_r) : 2,2
- c. Ketebalan (h) : 0,787 mm
- d. Ketebalan Tembaga : 0.035 mm
- e. *Loss Tangent* : 0,0009



Gambar 3.2 Rancangan *power divider* tipe 2 way.

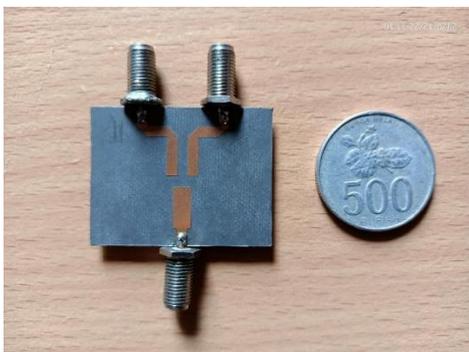
3.2 Perancangan Power divider

Pada proses perancangan *power divider* didapatkan hasil parameter dari perhitungan yaitu:

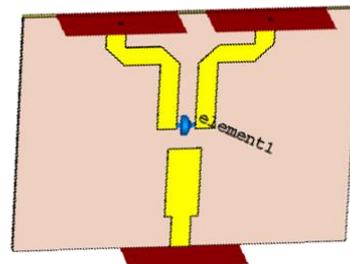
Tabel 3.1 Parameter hasil pengukuran.

No	Variabel	Impedansi 50 Ohm	Impedansi 35,35 Ohm
1	λ_g	72,235 mm	72,235 mm
2	$\frac{1}{4} \times \lambda_g$	18,058 mm	18,058 mm
3	$\frac{1}{2} \times \lambda_g$	36,177 mm	36,177 mm
4	$\frac{1}{8} \times \lambda_g$	9,029 mm	9,029 mm
5	W_{Ist}	2,442 mm	3,948 mm
6	ϵ_{eff}	1,897	1,953
7	λ_d	77,781 mm	59,55 mm
8	$\frac{1}{4} \times \lambda_d$	19,445 mm	14,639 mm
9	$\frac{1}{2} \times \lambda_d$	38,89 mm	29,27 mm
10	$\frac{1}{8} \times \lambda_d$	9,772 mm	9,582
11	$\frac{1}{12} \times \lambda_d$	6,481 mm	6,338 mm
12	h	0,787 mm	0,787 mm
13	Gap	2,5mm	2,5 mm
14	Gap port 1 dan 2	2,25 mm	2,25 mm

Dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah adalah hasil realisasi 2 way power divider dan pada gambar 3.4 merupakan hasil simulasi 2 way power divider yaitu:



3.3 Hasil 2 way realisasi power divider.

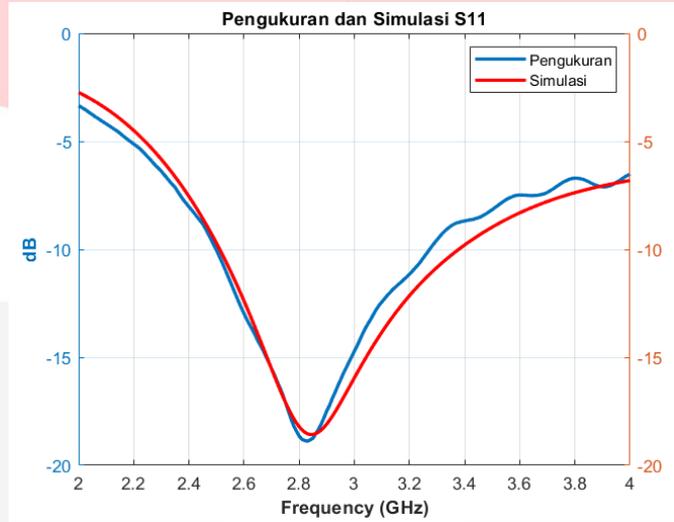


3.4 Hasil simulasi 2 way power divider

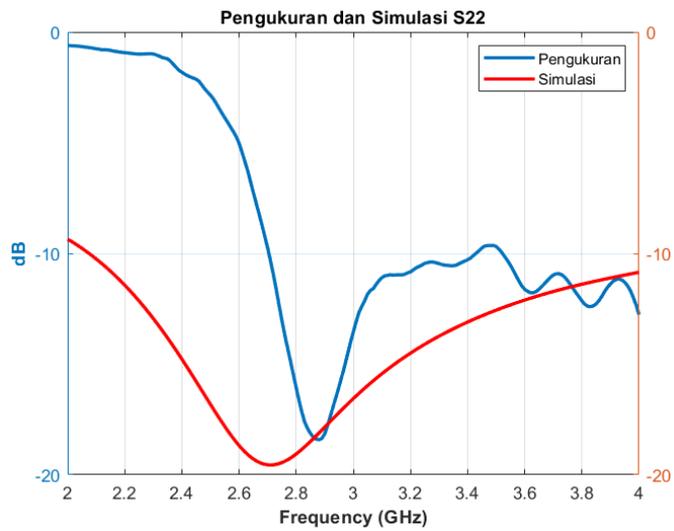
4. Hasil dan Analisis

4.1 Hasil perbandingan *Return loss*

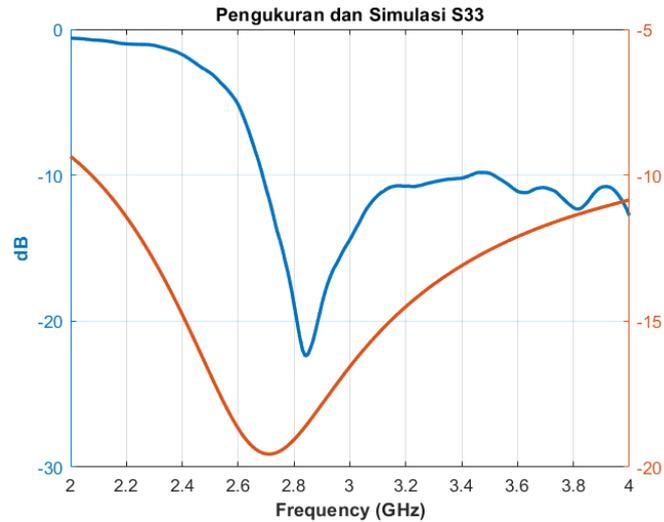
Hasil perbandingan *Return loss* antara simulasi dan pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.1 – 4.3 yaitu:



Gambar 4.1 Grafik perbedaan simulasi dan pengukuran *return loss* port S_{11}



Gambar 4.2 Grafik perbedaan simulasi dan pengukuran *return loss* port S_{22}

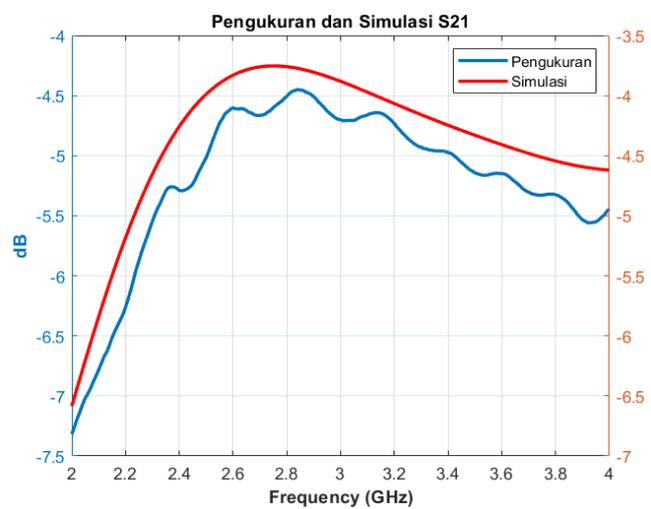


Gambar 4.3 Grafik perbedaan simulasi dan pengukuran *return loss* port S_{33}

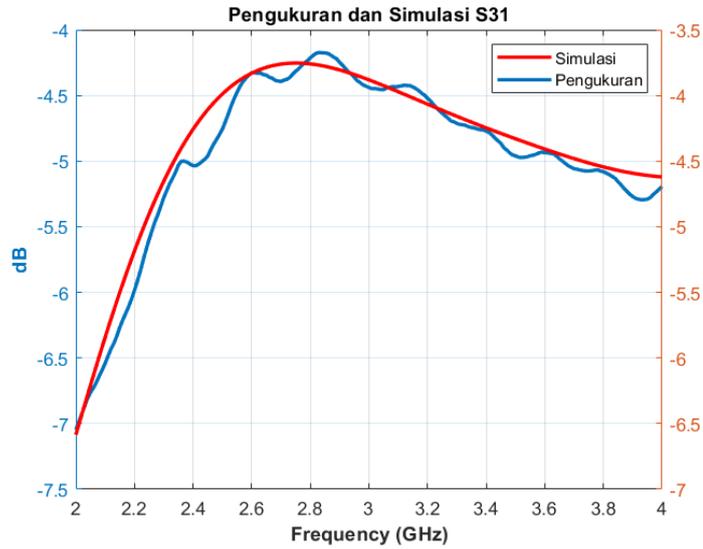
Hasil dari pengukuran telah didapatkan untuk nilai *return loss* pada port S_{11} yang berada difrekuensi kerja 2,8 Ghz sebesar -18,517 dB untuk port S_{22} di frekuensi 2,8 Ghz sebesar -16,168 dB dan port S_{33} pada frekuensi 2,8 Ghz. Ini sudah memenuhi syarat spesifikasi *power divider* yang diinginkan. Hasil dari simulasi didapatkan nilai *return loss* pada port S_{11} yang berada difrekuensi 2,8 Ghz sebesar -18,212 dB. Untuk hasil pengukuran *return loss* pada port S_{22} pada frekuensi kerja 2,8 Ghz sebesar -19,057 dB untuk port S_{33} pada frekuensi kerja 2,8 Ghz sebesar -19,057 dB. Hasil dari simulasi juga sudah memenuhi syarat spesifikasi *power divider* yang diinginkan. Pada hasil perbandingan antara pengukuran dan simulasi terjadi perbedaan nilai untuk hasil *return loss*

4.2 Hasil perbandingan *Insertion loss*

Hasil perbandingan *Insertion loss* antara simulasi dan pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.4 dan 4.5 yaitu:



Gambar 4.4 Grafik perbedaan simulasi dan pengukuran *insertion loss* port S_{21}

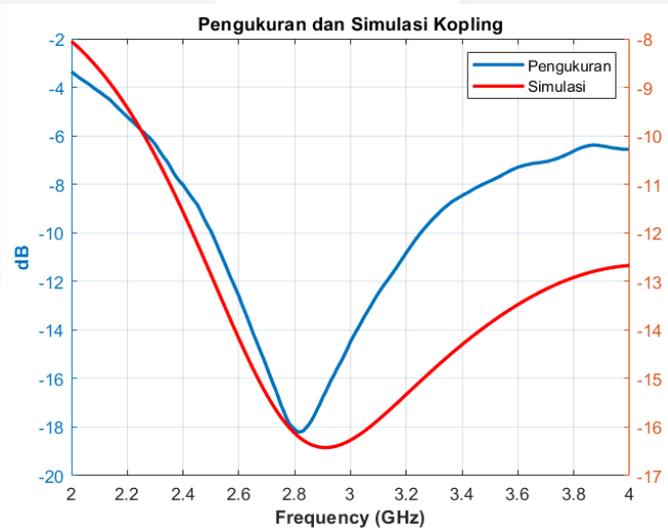


Gambar 4.5 Grafik perbedaan simulasi dan pengukuran *insertion loss* port S_{31}

Hasil *insertion loss* pengukuran pada port S_{21} untuk frekuensi 2,8 Ghz sebesar 4,50 dB dari hasil pengukuran ini *insertion loss* mengalami penurunan dari syarat spesifikasi *power divider* dari 3 dB menjadi 4,49 dB, artinya terdapat *loss* sebesar 1,49 dB. Pada hasil simulasi untuk frekuensi 2,8 Ghz sebesar 3,7 dB dari hasil simulasi juga mengalami penurunan dari syarat spesifikasi *power divider* dari 3 dB menjadi 3,7 dB terdapat *loss* sebesar 0,7 dB. Hasil pengukuran *insertion loss* pada port S_{31} untuk frekuensi kerja 2,8 Ghz sebesar 4,213 dB. Untuk hasil simulasi pada port S_{31} untuk frekuensi 2,8 Ghz sebesar 3,7 dB. Perbedaan hasil antara simulasi dan pengukuran bisa dipengaruhi karena beberapa faktor, untuk hasil simulasi itu sudah sangat ideal karena tidak dipengaruhi oleh banyak faktor dibandingkan hasil pengukuran yang dipengaruhi oleh faktor penyolderan dan faktor lainnya.

4.3 Hasil Perbandingan Kopling

Hasil perbandingan Kopling antara simulasi dan pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.6 yaitu:



Gambar 4.6 Grafik perbedaan simulasi dan pengukuran kopling

4.4 Analisis *Electromagnetic BandGap* dan keseluruhan *power divider*

Menentukan jarak *gap* yang ditentukan pada spesifikasi *power divider* telah berhasil direalisasikan. Sebelumnya sudah dilakukan percobaan dengan mencoba *Gap* di 0,9 mm – 2,6 mm namun pengaruh dari *gap* terhadap kinerja *power divider* adalah rentang frekuensinya bergeser sesuai ukuran dari *gap*nya tetapi secara umum lebar *bandwidth* nya hampir sama sekitar 800 Mhz - 900 Mhz. Jadi untuk menentukan jarak *gap* yang benar dengan cara menentukan rentang frekuensi dari transmitternya yaitu di frekuensi kerja 2,7 Ghz- 2,9 Ghz. *Gap* yang digunakan pada *power divider* ini yaitu sebesar 2.5 mm karena dengan sesuai dengan rentang frekuensi dari transmitter dan pada jarak 2.5 mm sudah menghasilkan hasil yang optimum untuk melebarkan *bandwidth* seperti yang diharapkan yaitu diatas 500 Mhz. Hasil pengukuran dan uji simulasi dengan metode *Electromagnetic BandGap* pada *power divider* sudah memenuhi syarat spesifikasi *power divider*. Setelah realisasi dan dilakukan pengukuran ternyata untuk hasilnya mengalami penurunan dari hasil simulasi, akan tetapi masih memenuhi syarat spesifikasi *power divider*. 2 WAY *power divider* dengan metode *Electromagnetic BandGap* untuk radar ASR telah mencapai spesifikasi yang ditentukan yaitu *Return loss* ≤ -10 dB, *Insertion loss* ± 3 dB, Impedansi mendekati 50 Ω , *bandwidth* ≥ 500 MHz dan kopling ≤ -15 dB.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian Tugas Akhir dengan judul “2 WAY POWER DIVIDER DENGAN METODE EBG UNTUK MENINGKATKAN BANDWIDTH FREKUENSI 2,8 Ghz UNTUK RADAR ASR” disimpulkan bahwa metode *Electromagnetic BandGap* bisa mendapatkan *bandwidth* ≥ 500 MHz dan juga pengaruh dari jarak *gap* tersebut terhadap kinerja *power divider* adalah rentang frekuensinya bergeser sesuai ukuran dari *gap*nya tetapi secara umum lebar *bandwidth* nya hampir sama. Hasil pengukuran dan simulasi *return loss* pada port input maupun output masih memenuhi syarat spesifikasi yaitu ≤ -10 dB. Hasil *insertion loss* pada pengukuran dan simulasi yang dihasilkan masih dalam batas aman karena *loss* yang dihasilkan tidak melebihi batas maksimum yaitu 3 dB. Hasil kopling pada pengukuran dan simulasi sangat baik karena lebih kecil dari -15 dB. Hasil kopling pada saat pengukuran sebesar -18,216 dB dan simulasi sebesar -16,142 dB. Hasil pengukuran sedikit berbeda hasilnya dengan syarat spesifikasi *power divider* disebabkan pada saat penyolderan kurang maksimal dan beberapa faktor lainnya, akan tetapi masih memenuhi syarat spesifikasi.

REFERENSI

- [1] Ashhab Karami, "Perancangan dan Realisasi Wide Band Wilkinson *Power divider* pada Frekuensi 1,27 Ghz dan 2,3 Ghz", Universitas Telkom, 2016.
- [2] Muhammad Eiqko Sarandra, "Perancangan dan Realisasi Antena Co-Planar dengan Metode Band GAP untuk Peningkatan Bandwidth pada Frekuensi S-Band," Universitas Telkom, 2018
- [3] 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.
- [4] M. I. Skolnik, "Radar Handbook", Third Edition, The McGraw-Hill Companies, America, 2018.
- [5] Dr. Robert M. O'Donnell , " A Course in Radar Systems Engineering", IEEE, New Hampshire Section Guest Lecturer, 2009.
- [6] Yussi Perdana 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
- [7] M. L. Edwards, Microwave & RF Circuits (2001). Analysis, Design, Fabrication, & Measurement, (chapter 9).
- [8] Wilkinson power splitters, http://www.microwaves101.com/encyclopedia/Wilkinson_splitters.cfm#compactwilk, Tanggal akses 27 Oktober 2019 jam 20.00.
- [9] M561 Application note v2.00, *Power dividers/Combiners*, AMP Company. <http://www.macom.com/Application%20Notes/pdf/m561.pdf>, Tanggal akses 27 Oktober 2019 jam 18.00.
- [10] Eight-way Wilkinson example, http://www.microwaves101.com/encyclopedia/wilkinson_8way.cfm#compactwilk, Tanggal akses 26 Oktober 2019 jam 19.20.
- [11] Sulaiman, Enceng. Diklat Saluran Plananar, 2015.
- [12] P. Kumar, G. Singh, "Gap Coupling: A Potential Method for Enhancing the Bandwidth of Microstrip Antennas," ISPACS, Advanced Computational Techniques in Electromagnetics, Volume 2012, Year 2012, Article ID acte-00110, 6 pages.