

OPTIMALISASI DESAIN BANDPASS FILTER PENERIMA ADS-B PADA FREKUENSI 1090 MHz

Nisfuh Fachro Adi, Totok Warsito, Nyaris Pambudiyatno

Politeknik Penerbangan Surabaya

Email: Nisfuhfadi99@gmail.com

Abstrak

Filter ADS-B adalah rangkaian yang digunakan untuk melewatkan frekuensi tertentu, dengan melewatkan sinyal frekuensi yang diinginkan dan mengurangi frekuensi yang tidak diinginkan. Selain itu, filter pada ADS-B memiliki posisi yang dirancang oleh pabrikan di mana, meletakkan 1 kotak dengan amplifier. Oleh karena itu diperlukan penyederhanaan sistem dimana filternya sederhana, tipis, mudah dibuat, dan dapat dihubungkan dengan rangkaian lain. Kemudian muncul ide untuk merancang desain filter mikrostrip. Pembuatan desain filter mikrostrip dicetak pada plat oleh PCB (Printed Circuit Board). Penulis menggunakan bahan pelapis yang banyak dipasarkan pada serat kaca epoksi ($\epsilon_r = 4,4$) dengan ketebalan lapisan 1,6 mm.

Dalam perhitungan ini, metode penelitian yang digunakan adalah menghitung dengan menggunakan rumus yang telah disediakan. Sehingga nantinya akan dibuat dan disimulasikan pada aplikasi CST Studio Suite. CST Studio Suite merupakan software untuk mengetahui atau menghitung nilai parameter filter mikrostrip yang telah dibuat sehingga jika diperlukan penyesuaian parameter dapat langsung diubah. Hasil yang diharapkan dari simulasi filter mikrostrip adalah insertion loss ≥ -3 dB dan Return loss < -10 dB.

Kata Kunci: Bandpass filter, CST Studio Suite, Substrate Material.

Abstract

ADS-B filter is a circuit that is used to pass certain frequencies, by passing the desired frequency signal and reducing unwanted frequencies. In addition, the filter on the ADS-B has a position designed by the manufacturer where, laying 1 box with an amplifier. Therefore a simplification of the system is needed where the filter is simple, thin, easy to make, and can be connected to other circuits. Then the idea arose to design a microstrip filter design. Making a microstrip filter design was printed on a plate by a PCB (Printed Circuit Board). The author uses a coating material that is widely marketed in epoxy glass fiber ($\epsilon_r = 4.4$) with a layer thickness of 1.6 mm. In this calculation, the research method used is to calculate using the formula provided. So that later will be created and simulated in the CST Studio Suite application. CST Studio Suite is software to find out or calculate the value of the microstrip filter parameters that have been made so that if necessary adjusting the parameters can be changed directly. The expected results of the microstrip filter simulation are insertion loss ≥ -3 dB and Return loss < -10 dB.

Keywords: Bandpass filter, CST Studio Suite, Substrate Material.

PENDAHULUAN (12 Pt)

ADS-B yang merupakan singkatan dari *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast* adalah sebuah sistem pemantauan (*surveillance*) penerbangan nir radar. Pesawat udara yang dilengkapi dengan sebuah transponder mengirimkan data penerbangan secara otomatis (*automatic*) Seiring dengan berkembangannya teknologi, terdapat perubahan yang cukup signifikan dari tiap generasi, terbukti dengan munculnya berbagai macam perangkat telekomunikasi

dengan teknologi tingkat tinggi. Munculnya teknologi telekomunikasi yang lebih canggih dari sebelumnya dapat memecahkan masalah yang dihadapi dan diselesaikan dalam waktu yang cepat dan singkat terutama dalam bidang pendidikan.

Tak hanya itu pada perancangan sebuah antenna dengan mempertimbangkan bentuk dimensi yang cukup kecil, harga yang sangat terjangkau, pengoperasian yang baik serta mudah pada saat penginstalasian, tentunya memerlukan banyak penelitian serta pengkajian lebih mendalam. Untuk mencegah

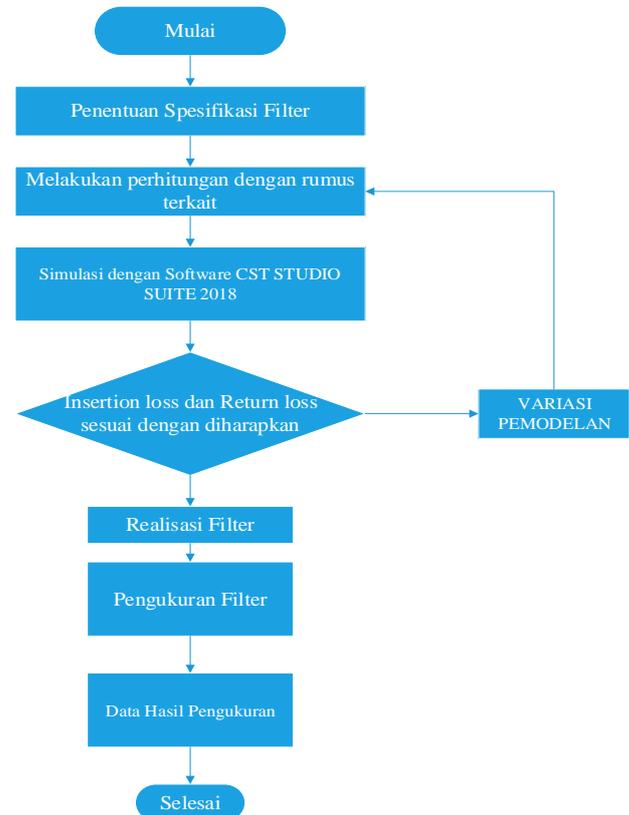
terjadi timbulnya harmonisasi pada perancangan antenna efisien ini, tentunya adanya sebuah filter. Filter yang digunakan pun memiliki ukuran yang sederhana. Dengan mempertimbangkan ukuran filter yang kecil, sehingga untuk desain serta fabrikasinya lebih mudah dirancang dalam mikrostrip. Filter yang baik memiliki ketajaman yang curam dan mempunyai selektivitas yang tinggi. Filter yang akan digunakan pada penerima ADS-B pada frekuensi 1090 Mhz ini menggunakan lebar *bandwidth* sebesar 100 MHz pada daerah kerja 1.0 GHz sampai 2.0 GHz. Penusunan filter yang penulis gunakan adalah dengan menggunakan metode *square open loop*. Metode *square open loop* merupakan metode dimana resonator yang berbentuk persegi yang dimana pada saat beresonansi arah resonansinya akan mengikuti bentuk resonatornya. Jika resonatornya dihubungkan ke saluran transmisi bagian input dan output, maka sinyal yang di loloskan oleh resonator (yang beresonansi) akan melewati frekuensi tertentu dan meredam pada frekuensi tertentu. Square loop resonator atau bisa juga disebut ring resonator terdiri atas catuan daya / feedline, gap dan resonator

Berdasarkan uraian diatas , maka penulis merancang sebuah alat untuk memfilter frekuensi kerja ADS-B yaitu 1090 MHz yang bekerja pada dua buah frekuensi, sehingga penulis mengangkat sebuah Tugas Akhir dengan judul : **“Optimalisasi Desain *Bandpass* Filter Penerima ADS-B pada Frekuensi 1090 MHz”**.

METODE PENELITIAN

Penulis melakukan sebuah penelitian yang berjudul “Optimalisasi Desain *Bandpass* Filter Penerima ADS-B Pada Frekuensi 1090 MHz” agar para taruna dapat mengetahui dan menganalisa bentuk filter mikrostrip dengan metode *square open loop*. Selain itu,

diharapkan para taruna dapat untuk memanfaatkan *software CST Studio Suite* 2018 sebagai salah satu aplikasi pendukung pembelajaran dalam mendesain suatu filter atau teknologi lainnya



Gambar 1 Flowchart Perencanaan

Dari flowchart seperti pada gambar 3.1 diatas, diketahui bahwa alur perencanaan ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Hal pertama yang dilakukan yaitu menentukan parameter-parameter desain yang akan dijadikan acuan membuat antenna sebagai penentu tingkat keberhasilan dalam penelitian ini.
2. Setelah parameter sudah ditentukan, dilanjutkan dengan menghitung dimensi antenna .
3. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus yang telah ada pada bab sebelumnya.
4. Selanjutnya dilakukan simulasi perancangan filter mikrostrip dengan

menggunakan aplikasi simulasi antena *CST Studio Suite 2018*.

5. Saat hasil dari pengujian simulasi filter tersebut jika tidak sesuai dengan parameter yang diinginkan, maka perlu dilakukan optimasi agar didapatkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan.
6. Setelah perancangan filter berhasil dapat dilakukan langkah selanjutnya yaitu menganalisa hasil yang didapatkan pada aplikasi simulasi filter.
7. Lakukan pengukuran pada hasil yang telah di realisasikan tersebut.
8. Kemudian ambil data-data dari hasil pengukuran tersebut .

Pemilihan Substrat

Penulis menggunakan substrat Epoxy FR-4 dengan parameter pada penelitian ini, yaitu :

No	Jenis Substrat	FR-4
		<i>Epoxy</i>
1.	Konstanta Dielektrik (ϵ_r)	4,4
2.	<i>Dielectric Loss Tangent</i>	0,02
3.	Ketebalan Substrat (h)	1,6 mm
4.	<i>Loss Tangent(TanD)</i>	0,02

Penggunaan Epoxy FR-4 sebagai substrat oleh penulis didasari oleh tujuan perancangan antena yang lebih kecil namun berdampak pada efisiensi antena yang lebih rendah dan *bandwidth* antena yang lebar. Hal ini dikarenakan nilai permitivitas relatif dan ketebalan dielektrik yang cukup besar.

Perancangan Lebar Saluran Input dan Output

Perhitungan Lebar Saluran Input dan Output Dalam menghitung lebar saluran input dan output bandpass filter, berhubungan dengan impedansi peralatan yang tersambung sebelum dan sesudah rangkaian bandpass

filter. Pada umumnya standar impedansi input dan output peralatan yang digunakan diindustri telekomunikasi memiliki impedansi sebesar 50 Ω .

- Lebar saluran input output

$$A = \frac{Z_0}{60} \left[\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right]^{0.5} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left[0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right]$$

$$A = \frac{50}{60} \left[\frac{4.4 + 1}{2} \right]^{0.5} + \frac{4.4 - 1}{4.4 + 1} \left[0.23 + \frac{0.11}{4.4} \right]$$

$$A = 0.8333[1.64316] + 0.62969[0.255]$$

$$A = 1.5297931$$

$$\frac{w}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A} - 2} = \frac{8e^{1.5297931}}{e^{2(1.5297931)} - 2} = \frac{8 \cdot 4,617221419}{19,31720891} = 1.912169171$$

Sehingga ,

$$W = h \times 1.912169171$$

$$W = 1.6 \times 1.912169171$$

$$W = 3.059470674 \approx 3.1 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh lebar saluran transmisi (*w*) untuk *input* dan *output resonator filter* adalah sebesar 3,1 mm.

Perhitungan Ukuran Resonator

Dalam perancangan ukuran resonator, panjang dari resonator akan berpengaruh pada frekuensi resonansi dari resonator. Untuk mendapatkan suatu frekuensi (*f*), panjang dari resonator dibuat dengan panjang $\frac{1}{2}\lambda_g$. Dalam perancangan filter ini kita menginginkan frekuensi resonansi dari resonator adalah sebesar frekuensi tengah (*f_o*) dari spesifikasi filter. Sehingga kita dapat menghitung panjang dari resonator yaitu menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$u = \frac{W}{h} = 1.912169171, \text{ maka :}$$

$$a = 1 + \frac{1}{49} \ln \left[\frac{u^4 + \left(\frac{u}{52}\right)^2}{u^4 + 0.432} \right] + \frac{1}{18.7} \ln \left[1 + \left(\frac{4}{18.1}\right)^3 \right]$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 + \\
 &\frac{1}{49} \ln \left[\frac{1.9121691717^4 + \left(\frac{1.9121691717}{52} \right)^2}{1.9121691717^4 + 0.432} \right] + \\
 &\quad \frac{1}{18.7} \ln \left[1 + \left(\frac{4}{18.1} \right)^3 \right] \\
 &= 1 + \frac{1}{49} \ln \left[\frac{13.3691947 + 0.001352215}{13.3691947 + 0.432} \right] + \\
 &\quad 0.05347593582 \ln \left[1 + \right. \\
 &\quad \left. (0.220994475)^3 \right] \\
 &\quad = 0.028653019 \\
 &b = 0.564 \left(\frac{\epsilon_r - 0.9}{\epsilon_r + 3} \right)^{0.053} \\
 &= 0.564 \left(\frac{4.3 - 0.9}{4.3 + 3} \right)^{0.053} \\
 &= 0.564 \left(\frac{3.4}{7.3} \right)^{0.053} \\
 &\quad = 0.5416158 \\
 &\epsilon_{r, eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{10}{U} \right)^{-a \cdot b} \\
 &\quad = \frac{4.3 + 1}{2} + \frac{4.3 - 1}{2} \left(1 + \right. \\
 &\quad \left. \frac{10}{1.91216} \right)^{-0.286531 \times 0.553332} \\
 &\quad = \frac{4.3 + 1}{2} + \frac{4.3 - 1}{2} \left(1 + \right. \\
 &\quad \left. \frac{10}{1.91216} \right)^{-0.15854} \\
 &\quad = 7.769216972 / 2 \\
 &\quad = 3.884608
 \end{aligned}$$

Karena frekuensi tengah yang kita inginkan sebesar 1090 MHz, sehingga panjang satu gelombang dalam mikrostrip ini dapat dihitung

$$\begin{aligned}
 \lambda_g &= \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_{r, eff}}} \\
 &= \frac{3 \times 10^8}{1.09 \times 10^9 \sqrt{3.884608}} \\
 &= 0.139643638 \\
 &= 14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hasil Simulasi Antena Menggunakan CST 2018

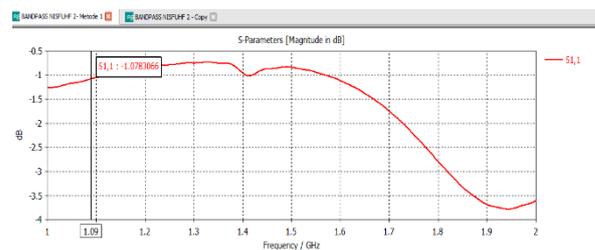
Perancangan dan Hasil Filter Berdasarkan Teori

Pada tahap ini dilakukan perancangan berdasarkan nilai yang diperoleh dari

perhitungan berdasarkan perhitungan teori, dimana hasil dari perhitungannya menghasilkan nilai dari panjang resonator dan lebar gap. Nilai tersebut dapat dilihat pada perhitungan dibawah.

No.	Bagian	Simbol	Spesifikasi
1.	Panjang resonator	$\frac{1}{2}\lambda$	70 mm
2.	Lebar resonator sisi atas dan bawah	a	23 mm
3.	Lebar gap	g	10 mm
4.	Lebar saluran resonator	W1	1.6 mm
5.	Lebar saluran feed	LF	3.1 mm
6.	Panjang Feed	PF	5 mm

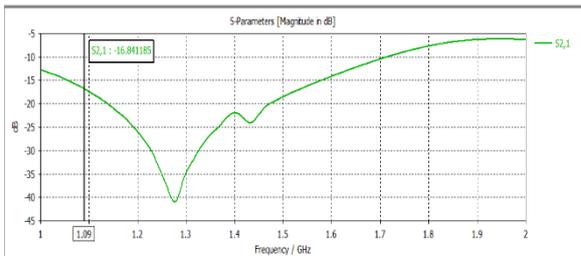
Return loss Filter



Gambar 2 Grafik hasil perhitungan berdasarkan teori

Dalam perancangan tersebut didapatkan bahwa nilai S11 sebesar -1.078 dB pada frekuensi 1090 MHz yang ditunjukkan pada Gambar 4.3. Semakin rendah S11 maka semakin rendah nilai *return loss*. Rendahnya nilai *return loss* menunjukkan bahwa sangat sedikit sinyal yang dipantulkan kembali dari pada port 1 yang diterima oleh filter.

Insertion loss Filter



Gambar 3 Grafik hasil perhitungan berdasarkan teori untuk insertion loss

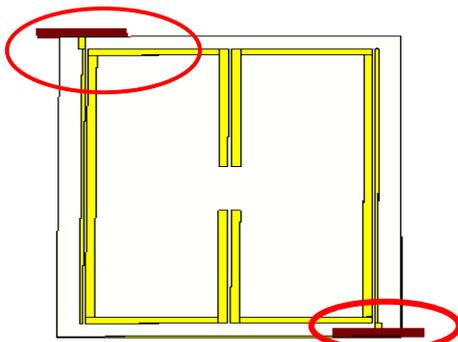
Pada gambar 3 adalah nilai insertion loss dari filter hasil perhitungan teori pada frekuensi 1090 MHz memiliki nilai sebesar -16.84 dB. Sehingga nilai ini belum dikatakan baik karena tidak sesuai dengan parameter diinginkan yaitu kurang dari -3 dB artinya antenna hasil desain ini tidak dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 1090 MHz.

Perancangan dan Hasil Filter Setelah Melakukan Optimasi

Dari hasil optimasi diharapkan dapat diperoleh sebuah desain filter yang optimal mendekati spesifikasi antenna supaya bisa memenuhi target pada frekuensi kerja 1090 MHz yang diinginkan pada nilai *return loss* dan *insertion loss* yang diinginkan. Ada beberapa percobaan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan diantara :

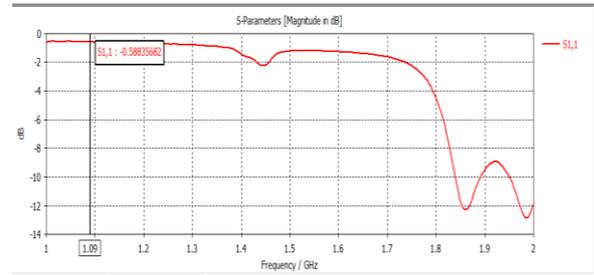
- Merubah posisi feed
- Tanpa Gap

Merubah Posisi Feed

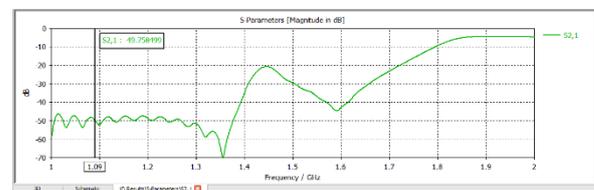


Gambar 4 Merubah posisi feed

Pada percobaan ini , posisi feeding yang semula berada di samping kiri ke kanan , diubah posisinya . dan ditambah satu buah feeding tambahan yang memiliki panjang sama dengan panjang sisi samping resonator ($\frac{1}{2}\lambda$) . Hasil dari pada *Return loss* adalah -0.588 dB seperti pada gambar 4.5 dibawah :



Gambar 5 Hasil Return loss dari perubahan posisi feed

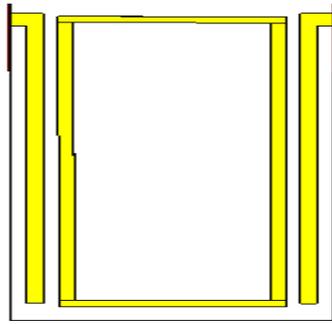


Gambar 6 Hasil Intersection loss dari perubahan posisi feed

Hasil yang tertera pada gambar 4.5 mengalami kenaikan , secara otomatis hal ini akan mempengaruhi nilai insertion loss pada gambar 4.6 diatas . Hasil *insertion loss* diatas adalah menunjukkan -49.75 dB . Dimana nilai sudah terlalu sangat jauh dari -3dB.

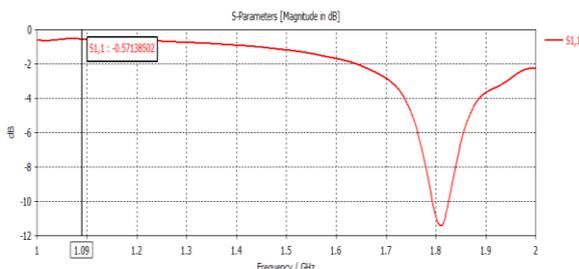
Tanpa gap

Percobaan ini akan dibuat sebuah resonator yang berbentuk kotak. Dimana metode ini hanya mempunyai satu buah resonator yang berbentuk kotak . Resonator ini juga tidak mempunyai gap .



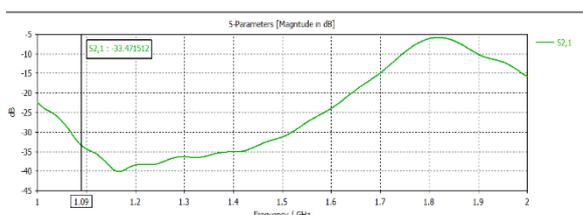
Gambar 7 Resonator tanpa ujung gap

Return loss menunjukkan besarnya daya yang dipantulkan kembali menuju sumber. Semakin besar daya yang dipantulkan menuju sumber maka performansi dari filter dikatakan semakin buruk, sedangkan semakin kecil daya yang dipantulkan ke sumber maka performansi dari filter baik karena pada keadaan tersebut terjadi transfer daya maksimum dari sumber menuju beban. Pada percobaan terakhir yang ditunjukkan pada gambar 4.5 dibawah ini merupakan hasil *return loss* yang menunjukkan hasil sebesar -0.571 dB .



Gambar 8 Hasil return loss untuk resonator yang berbentuk square tanpa adanya gap

Tentunya hal ini akan berdampak pada nilai *insertion loss* nya . hasil yang ditunjukkan sebesar -33.471 dB



Gambar 9 Hasil Insertion loss dari perubahan posisi feed

Hasil Perbandingan Parameter

Dari ketiga percobaan diatas , terlihat beberapa perubahan pada setiap parameter . Hasil pada percobaan optimasi diatas meghasilkan nilai *return loss* dan *insertion loss* yang berbeda tetatpi belum menunjukkan hasil yang diinginkan . Hasil dapat dilihat pada tabel dibawah :

Parameter	Perhitungan teori	Merubah posisi feed	Tanpa Gap
<i>Return loss</i>	-1.078 dB	-0.588 dB	-0.571 dB
<i>Insertion loss</i>	-16.84 dB	-49.75 dB	-33.471 dB

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan dalam perancangan dan perbandingan parameter yang disimulasikan menggunakan software CST.

Desain bandpass filter mikrostrip dengan menggunakan rumus-rumus yang telah terlampir pada bab 3. Uji coba perancangan filter mikrostrip ini menggunakan bantuan aplikasi CST Studio Suite 2018, dengan syarat antena ini bekerja pada frekuensi 1090 MHz serta nilai *insertion loss* dan *return loss* yang masih perlu optimasi lagi dikarenakan hasil yang diharapkan masih belum mendekati harapan yng diinginkan yaitu *insertion loss* ≥ 2 dan *returnloss* ≤ 10 dB.

Dari penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini dapat kami membuat beberapa kesimpulan dari penelitian mengenai perancangan dan realisasi *Band Pass Filter* dengan yang kami kerjakan, diantaranya sebagai berikut :

Dalam realisainya, bandpass filter untuk penerima ADS-B didesain untuk bekerja pada frekuensi 1090 MHz dengan menggunakan

software CST Studio Suite 2018 dimana didalam realisasi sebuah filter, yang di hasilkan adalah beberapa hal diantaranya mencoba mengoptimasi dengan merubah posisi feed dan tanpa menggunakan gap.

Kemudian dari hasil percobaan berdasarkan teori maupun optimasi, belum ada perubahan signifikan pada *return loss* dan *insertion loss*. Dari hasil perbandingan yang ada bahwa hasil dari sebelum dioptimasi dan sesudah optimasi tidak menunjukan pendekatan yang spesifik terhadap nilai yang diinginkan. Hasil desain sebelum optimasi memiliki nilai *return loss* sebesar -1.078 dan *insertion loss* -16.84 dB. Sedangkan hasil setelah optimasi dengan merubah posisi feed memperoleh nilai *Return loss* -0.588 dB dan *Insertion loss* -49.75 dB. Dan untuk hasil setelah optimasi tanpa menggunakan gap adalah -0.571 dB untuk *return loss* dan -33.471 dB untuk *insertion loss*.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Aldef Hardzi Fadzlullah, D. A. (2017). *PERANCANGAN DAN REALISASI BANDPASS FILTER BERBASIS MIKROSTRIP MENGGUNAKAN METODE SQUARE LOOP RESONATOR PADA FREKUENSI 1710 - 1785 MHZ UNTUK TEKNOLOGI LONG TERM EVOLUTION (LTE)*. Bandung: Fakultas Teknik Elektro ,Universitas Telkom .
- [2] Adiya, Rendy.2016. Perancangan Microstrip Band Pass Filter Pada Frekuensi 3,3 Ghz dengan Menggunakan Defected Ground Structure. Jakarta : Fakultas Teknik,Universitas Mercuru Buana.
- [3] BPPT Pusat Elektronika. (2018). <https://pte.bppt.go.id/tentang-kami/portofolio/automatic-dependent-surveillance-broadcast-ads-b>. Retrieved from Automatic Dependent Surveillance- Broadcast (ADS-B).
- [4] Edward Natanael, D. A. (2019). *DESAIN DAN REALISASI FILTER SQUARE LOOP PADA PITA FREKUENSI C-BAND UNTUK SYNTHETIC APERTURE RADAR (SAR)*. Bandung : Fakultas Teknik Elektro , Universitas Telkom.
- [5] Ghani, d. (2015, Maret 09). Retrieved from Arti dan Pengertian Bandwidth: <http://daffyghani.blogspot.com/2015/03/arti-dan-pengertian-bandwidth.html>
- [6] Saputra, R. (2011). *Rancang bangun bandpas filter mikrostrip untuk aplikasi RFID multiband pada frekuensi kerja 433 MHz dan 923 MHz*. Retrieved from Fakultas Teknik , Universitas Indonesia.
- [7] Sitompul,Frans ;Rambe, Ali.2014. Rancang Bangun Band Pass Filter Dengan Metode Hairpin Menggunakan Saluran Mikrostrip Untuk Frekuensi 2,4-2,5Ghz[internet].[2020,Maret,25].Vol108 ,No.03, https://jurnal.usu.ac.id/index.php/sinzuda_ensikom/article/view/7478