



# Perancangan Antena Diplexing Menggunakan Metode *Half Mode SIW* dengan Metode *Cavity Back Slot* Sebagai *Matching Impedansi*

Dian Widi Astuti<sup>1</sup>, Melinda Megahari<sup>2\*</sup>, Dian Rusdiyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana,

<sup>2</sup>Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana,  
Jl. Meruya Selatan, Jakarta 11650, Indonesia

\* Email Penulis Koresponden: imuda931@gmail.com

## Abstrak:

Penggunaan teknologi dinas tetap (*fixed-services*) bertujuan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan teknologi telekomunikasi nirkabel. Pada perkembangannya muncul tantangan untuk meningkatkan performa dan efisiensi perangkat teknologi seperti penggunaan lebih dari satu frekuensi dalam satu *device*. Penelitian ini mendukung tantangan tersebut dengan membuat antena yang dapat bekerja untuk dua resonansi frekuensi (*diplexing*). Metode yang digunakan untuk mendesain antena *diplexing* tersebut yaitu *Half Mode Substrate Integrated Waveguide* (HMSIW) *Cavity Backed Slot Antenna* (CBSA). Metode CBSA mempunyai kemampuan untuk mencapai *matching impedansi* dengan mengatur *inset-feed* dan *rectangular slot*. Hasil simulasi menunjukkan antena dapat bekerja pada frekuensi tengah ( $f_c$ ) 4,5 dan 5,8 GHz. Nilai  $S_{11}$  dan  $S_{22}$  simulasi masing-masing memperoleh -30 dB dan -16,86 dB, serta nilai  $S_{12}$  dan  $S_{21}$  masing-masing -27 dB dan -26 dB. Sedangkan hasil pengukuran menunjukkan antena bekerja pada frekuensi tengah ( $f_c$ ) 4,25 dan 5,67 GHz, dengan nilai  $S_{11}$  dan  $S_{22}$  masing-masing -33,10 dB dan -23,27 dB, serta nilai  $S_{12}$  dan  $S_{21}$  masing-masing -30 dB dan -29,6 dB. Hasil simulasi telah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Perbedaan dengan hasil pengukuran dapat disebabkan karena faktor fabrikasi, penyolderan dan proses *etching*.

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license



## Katakunci:

CBSA;  
Dua frekuensi;  
Fixed-services;  
HMSIW;  
*Matching*;

## Riwayat Artikel:

Diserahkan 5 Agustus 2020  
Direvisi 8 Desember 2020  
Diterima 5 Januari 2021  
Dipublikasi 1 April 2021

## DOI:

10.22441/incomtech.v11i1.9238

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi dan komunikasi berkembang pesat, baik berupa peningkatan kualitas data maupun kecepatan, serta simplifikasi dalam bentuk

perangkat. Hal ini sejalan dengan kebutuhan masyarakat yang menuntut untuk segala kemudahan dari teknologi itu sendiri. Atas dasar inilah pengembangan perangkat baik perangkat keras ataupun perangkat lunak meningkat drastis. Salah satu perangkat keras dalam bidang komunikasi yang berkembang salah satunya adalah antena.

Antena merupakan komponen pokok pada rantai komunikasi. Antena berperan untuk mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan ke udara. Proses sebaliknya juga dilakukan hal yang sama oleh antena pada fungsinya sebagai penerima. Setiap antena mempunyai karakteristik masing-masing, tergantung pada fungsi perangkat yang digunakan. Sebagai contoh, antena parabola, biasa digunakan untuk komunikasi satelit. Antena yagi-uda banyak digunakan untuk penerima pemancar televisi. Pada perangkat telepon bergerak atau telepon pintar, biasanya menggunakan antena mikrostrip. Penelitian ini mengambil salah satu dari jenis antena tersebut yaitu antena mikrostrip sebagai fokus penelitian.

Antena mikrostrip merupakan antena yang dikembangkan pada tahun 1970-an. Antena ini terdiri dari tiga elemen utama, yakni elemen peradiasi, material dielektrik dan elemen pentanahan (*groundplane*) [1][2]. Keunggulan antena mikrostrip dibanding antena lainnya yaitu mudah dipabrikasi, ringan, murah dan pencatumannya yang sederhana. Oleh karena itu, antena ini populer untuk dikembangkan pada berbagai bidang seperti aplikasi seluler, radar, GPS, Wi-Fi dan lain-lain. Antena ini mempunyai bentuk yang bermacam-macam. Modifikasi pada *patch*, *ground* dan elemen antena, akan mempengaruhi kualitas dari antena mikrostrip itu sendiri. Penelitian Rusdiyanto dan Zulkifli [3] menggunakan penambahan komponen aktif untuk meningkatkan gain antena. Penelitian Astuti dkk [4] menggunakan metode *substrate integrate waveguide* (SIW) untuk mengurangi dimensi antena. Penambahan *feedline* berbentuk huruf L terbalik pada penelitian Rusdiyanto dan Zulkifli lainnya [5] untuk menghasilkan dua frekuensi yang beresonansi.

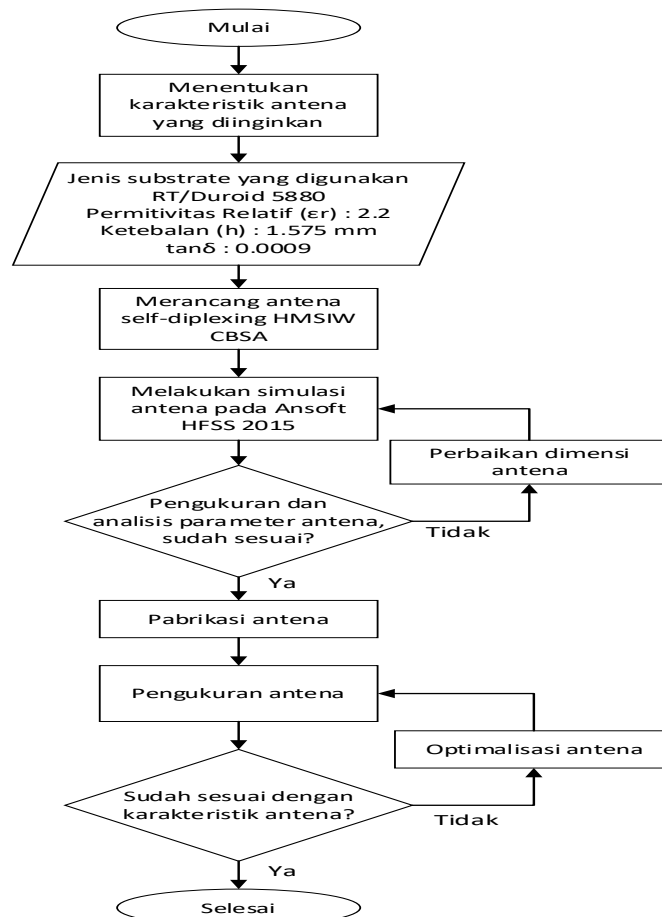
Penelitian ini berfokus pada pengembangan jumlah frekuensi yang beresonansi lebih dari satu menggunakan dua buah port yang berkerja pada frekuensi dinas tetap (*fixed-services*). *Fixed-services* merupakan dinas komunikasi radio antara tempat-tempat tetap tertentu, yang beroperasi pada rentang frekuensi 4,5 GHz-5,830 GHz [6]. Frekuensi ini biasa diaplikasikan pada teknologi gelombang mikro (*microwave link*), radio relay, dan *embassy radio communication fixed point*. Dengan menyediakan dua port yang berbeda diharapkan dapat menghindari interferensi dari frekuensi yang berbeda jika digunakan secara bersama. Konsep integrasi perangkat untuk beberapa aplikasi juga dapat menghemat anggaran material.

Tantangan pada penelitian adalah untuk mencapai *matching* impedansi yang dapat beresonansi pada dua frekuensi. Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai *self-matching* [7]. Pada antena tersebut, *matching* berbentuk U terbalik dimuat di bagian atas rongga persegi yang membagi rongga menjadi dua buah *aperture* persegi panjang fiktif di sepanjang *feed line*, yang berpengaruh untuk *matching* impedansi. Pada penelitian lain juga dimaksimalkan fungsi *matching*, namun beda dalam frekuensi [8,9,10,11,12,13]. Keterbaruan penelitian ini yaitu perancangan *Half Mode Substrate Integrated Waveguide* (HMSIW) *Cavity Back Slot Antenna* (CBSA). Metode HMSIW digunakan untuk mencapai miniaturisasi

antena pada frekuensi tertentu. Sedangkan CBSA pada penelitian ini menggunakan modifikasi slot berbentuk *rectangular* dan penambahan *inset-feed* sebagai pengatur matching impedansi [14]. Model ini selain dapat menghasilkan dua frekuensi resonansi, dapat pula menghasilkan karakteristik *mutual coupling* yang tinggi. Proses desain dan simulasi antenna menggunakan *matching* simulasi *Ansoft High Frequency Structure Simulator* (HFSS) 2015.

## 2. METODE

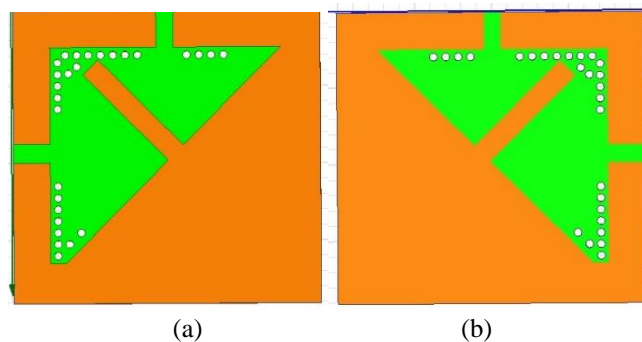
Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses perancangan antenna HMSIW CBSA terlihat pada [Gambar 1](#). Antena yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut: Frekuensi kerja: 4,5 dan 5,8 GHz, Bandwidth:  $\geq 90$  MHz, Fractional Bandwidth (FBW):  $\geq 1\%$ , Impedansi Terminal:  $50 \Omega$  (Konektor SMA) serta VSWR: 1-2, Gain:  $\geq 6$  dB, *Mutual coupling*:  $\leq -25$  dB. Antena mikrostrip yang dirancang menggunakan material tembaga untuk *patch* dan *groundplane*, sedangkan untuk substrat menggunakan Roger RT/duroid 5880. Karakteristik material yang akan digunakan untuk antenna mikrostrip sebagai berikut. *Patch* (tembaga) memiliki permitivitas relative: 1, permeabilitas relative: 0,99991 dan ketebalan: 0,035 mm. Sedangkan untuk Dielektrik mempunyai konstanta dielektrik = 2,2, ketebalan lapisan dielektrik = 1,575 mm dan *dielectric Loss Tangent* = 0,0009.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

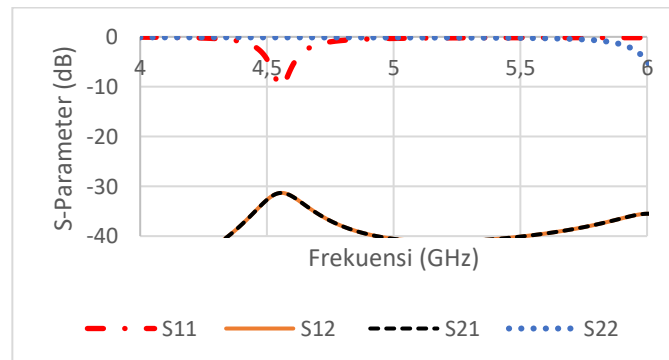
## 2.1. Perancangan Antena SIW Konvensional

Setelah menentukan spesifikasi antena yang diinginkan dan karakteristik bahan yang digunakan maka langkah selanjutnya adalah mendesain antena SIW konvensional. Antena yang diusulkan berbentuk segitiga dengan sebuah *matching rectangular* yang disematkan pada bagian tengah *patch* dan dicatu dengan dua buah *feed*. Kemudian SIW diletakkan mengililingi bagian sisi *patch* untuk menghasilkan karakteristik antena SIW yang baik. Rancang bangun antena SIW konvensional tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rancang bangun antena *matching* HMSIW CBSA konvensional pada HFSS  
(a) Tampak atas (b) Tampak bawah

Desain perancangan antena SIW konvensional tersebut disimulasikan pada HFSS 2015. Hasil simulasi untuk *S-Parameter* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik *S-Parameter* antena *matching* HMSIW CBSA Konvensional

Hasil simulasi menunjukkan nilai parameter  $S_{11}$  yaitu -10,0 dB pada frekuensi 4,5 GHz dan nilai parameter  $S_{22}$  yaitu -14,5 dB pada frekuensi 6 GHz. Sedangkan untuk *gain* memperoleh nilai 6,17 dB, naik hampir sebanyak dua kali lipat dari jurnal referensi. Nilai parameter untuk  $S_{12}$  dan  $S_{21}$  berada di bawah -25 dB, tepatnya pada -33 dB dan -36 dB.

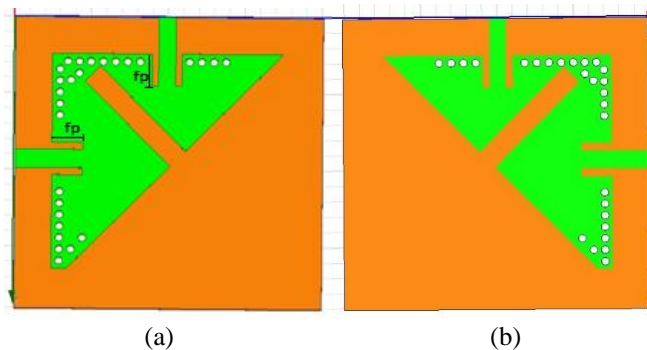
## 2.2. Perancangan Antena Matching HMSIW CBSA dengan Inset-Feed

HMSIW adalah sebuah geometri yang berasal dari *Full-Mode Substrate Integrated Waveguide* (FMSIW). Struktur ini membagi dua belah medan magnet yang mempunyai keunggulan dalam melebarkan bandwidth dan mengecilkan dimensi mencapai 50% dari bentuk awal antena. *Cavity Backed Slot Antenna* (CBSA) berfungsi untuk memberikan kemudahan *matching* pada antena.

Model ini dapat dibentuk bermacam-macam, seperti triangular, rectangular dan lingkaran. Selain matching impedansi, penggunaan metode CBSA juga dapat menghasilkan polaradiasi uni direksional. Jenis-jenis pencatutan CBSA diantaranya *probe*, *waveguide*, dan *substrate integrated waveguide*.

Memilih parameter desain (bahan dielektrik, ketebalan dan frekuensi dan lainnya dengan baik) penting karena kinerja antenna. Penggunaan media dengan permitivitas relatif yang tinggi dapat memperkecil ukuran antenna mikrostrip. Substrat tebal dengan rentang dielektrik yang rendah memberikan efisiensi dan *bandwidth* yang lebih baik, tetapi membutuhkan elemen yang lebih besar. Teknik *feeding* mempengaruhi parameter antenna seperti VSWR, *koefisien refleksi*, dan *bandwidth* [15]. Oleh karena itu, langkah selanjutnya adalah memodifikasi teknik *feeding* atau pencatutan pada antenna *matching* HMSIW CBSA.

Teknik pencatutan atau *feeding* yang paling populer untuk diaplikasikan pada antenna mikrostrip beberapa diantaranya adalah *inset-feed*, *pin feed aperture*, *coupling* dan *proximity coupling* [16]. Penelitian ini menggunakan teknik *inset-feed* sebagai teknik pencatutan atau *feeding* pada antenna *matching* HMSIW CBSA. Modifikasi antenna *matching* HMSIW CBSA dengan teknik *inset-feed* dapat dilihat pada Gambar 4, *inset-feed* tersebut berukuran  $8,8 \text{ mm} \times 2,425 \text{ mm}$ , dengan panjang *matching feed* 4,2 mm dan lebar 0,8 mm.

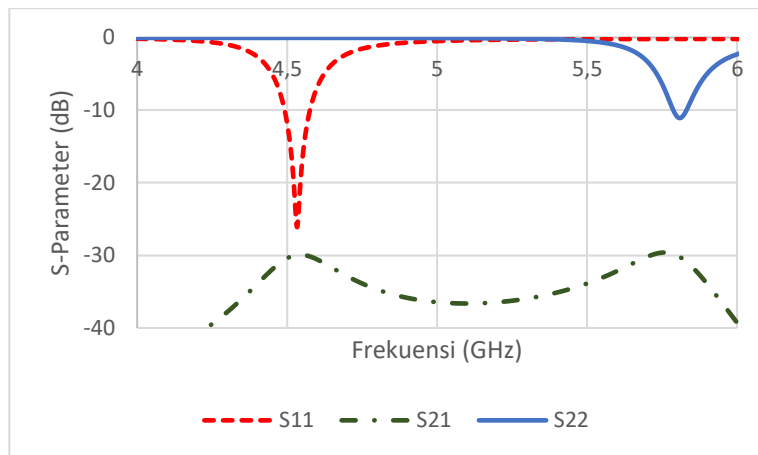


Gambar 4. Rancang bangun antenna *matching* HMSIW CBSA dengan teknik *Inset-Feed* pada HFSS (a) Tampak atas (b) Tampak bawah

Dengan dilakukannya modifikasi teknik pencatutan antenna dengan teknik *inset-feed* tersebut, terjadi peningkatan yang lebih baik pada parameter  $S_{11}$  dan  $S_{22}$  yang dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari hasil simulasi tersebut terlihat bahwa *koefisien refleksi* untuk frekuensi bawah ( $f_L$ ) berada di nilai -26 dB, sedangkan untuk frekuensi atas ( $f_H$ ) berada di nilai -11,09 dB. Peningkatan kinerja ini pun mempengaruhi *bandwidth* dari antenna itu sendiri. Dapat dilihat bahwa frekuensi bawah ( $f_L$ ) memiliki *bandwidth* 90 MHz dengan frekuensi tengah ( $f_C$ ) pada 4,53 GHz. Sedangkan untuk frekuensi atas ( $f_H$ ), *bandwidth* bernilai bernilai 40 MHz dengan frekuensi tengah ( $f_C$ ) pada 5,8 GHz.

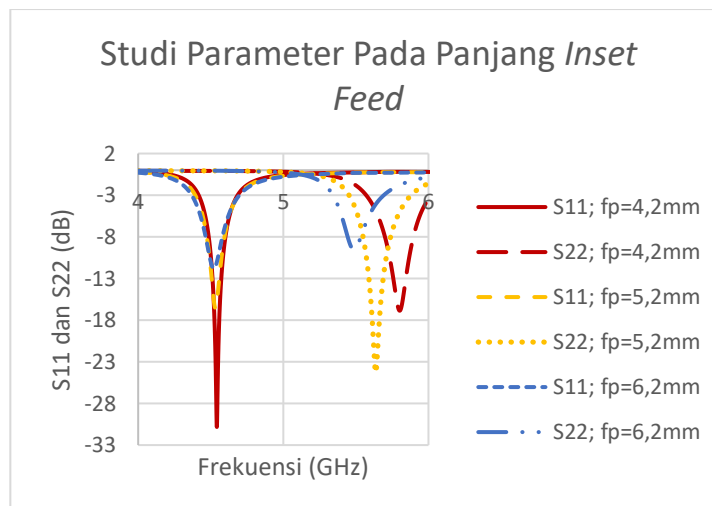
Selain karakteristik tersebut, nilai *mutual coupling* pun berperan penting dalam menentukan karakteristik antenna *matching*. Nilai *mutual coupling* yang tinggi yaitu bernilai -25 dB atau kurang, yang diukur di antara *port input*-nya mengindikasikan nilai yang cukup baik untuk merealisasikan antenna *matching*. Gambar 5 memperlihatkan bahwa pada frekuensi bawah ( $f_L$ ), nilai *mutual coupling*  $S_{12}$  bernilai -30 dB, sedangkan pada frekuensi atas ( $f_H$ ), nilai *mutual coupling*  $S_{21}$  bernilai -31 dB yaitu pada simulasi ini nilai  $S_{12}$  dan  $S_{21}$  selalu sama.



Gambar 5. Grafik plot *S-Parameter* antenna matching HMSIW CBSA dengan *inset-feed*

Berdasarkan referensi jurnal sebelumnya, terlihat bahwa antenna ini telah memenuhi persyaratan untuk menjadi antenna *matching* dikarenakan nilai  $S_{12}$  dan  $S_{21}$ -nya sudah lebih baik dari nilai yang diharapkan.

Sementara itu, juga dilakukan studi parameter terkait penambahan *inset-feed* pada antenna. Studi parameter dilakukan dengan simulasi berulang pada panjang *matching inset-feed*, yaitu  $fp$ , dengan lebar yang sama yaitu  $fs=0,8$  mm. Untuk letak konfigurasi  $fp$  dan  $fs$  dapat dilihat pada Gambar 6.

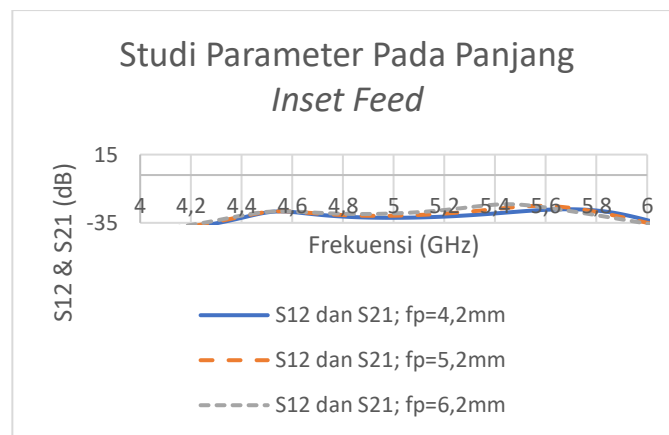


Gambar 6. Hasil  $S_{11}$  dan  $S_{22}$  pada studi parameter panjang *matching inset feed* ( $fp$ )

Studi parameter *inset-feed* pada antenna dilakukan dengan beberapa simulasi dengan berbagai kondisi. Kondisi pertama adalah pada saat panjang *matching inset-feed* ( $fp$ ) adalah 4,2 mm, untuk kondisi kedua adalah pada saat  $fp=5,2$  mm dan kondisi ketiga adalah pada saat  $fp=6,2$  mm. Hasil dari studi parameter tiga kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 6 untuk hasil  $S_{11}$  dan  $S_{22}$ . Dapat dilihat bahwa hasil  $S_{11}$  dan  $S_{22}$  yang terbaik dan sesuai dengan parameter yang diinginkan didapat dari kondisi pertama, yaitu pada saat  $fp=4,2$  mm.

Kemudian pada Gambar 7 dapat dilihat hasil simulasi  $S_{12}$  dan  $S_{21}$  untuk studi parameter panjang *inset-feed* dengan ketiga kondisi yang telah dijelaskan sebelumnya.





Gambar 7. Hasil  $S_{12}$  dan  $S_{21}$  pada studi parameter panjang *matching inset feed*

Pada [Gambar 7](#) terlihat bahwa  $S_{12}$  dan  $S_{21}$  yang paling baik didapat pada saat nilai  $f_p=4,2$  mm, yaitu berada di bawah  $-25$  dB untuk frekuensi bawah ( $f_L$ ) dan frekuensi atasnya ( $f_H$ ).

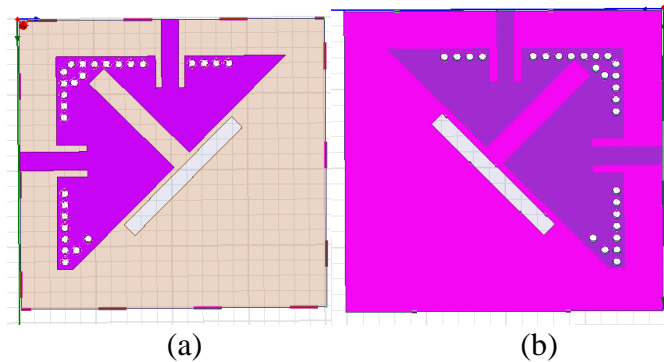
Setelah menjalankan simulasi modifikasi teknik pencatutan atau *feeding* pada *matching* simulasi HFSS maka didapatkan peningkatan kinerja pada parameter *koefisien refleksi*, *mutual coupling*, *bandwidth* dan *gain*. Dikarenakan hasil yang didapat pada simulasi tersebut belum bisa dikatakan maksimal dan belum sesuai dengan karakteristik antena yang diinginkan, maka perlu dilakukan modifikasi lagi terhadap antena *matching* HMSIW CBSA tersebut, yaitu dengan penambahan *rectangular matching* pada *groundplane* yang diletakan secara diagonal.

### 2.3. Perancangan Antena *Matching* HMSIW CBSA dengan *Inset-Feed* dan *Rectangular Matching*

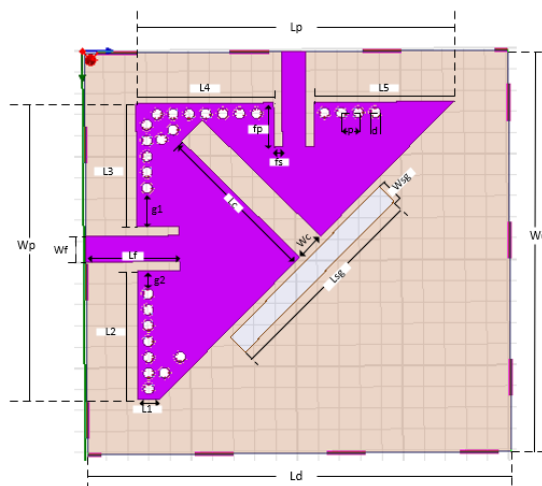
Metode pada tahap selanjutnya adalah modifikasi dengan menambahkan *rectangular matching* pada *groundplane* yang diletakan secara diagonal dengan ukuran *matching* persegi panjang 20 mm dan lebar 2 mm. Dengan adanya modifikasi ini, diharapkan terjadi peningkatan kinerja pada parameter antena, terutama untuk *koefisien refleksi* serta *bandwidth* pada frekuensi atas ( $f_H$ ). Berdasarkan referensi [17] menyebutkan bahwa dengan melakukan *defecting* atau pengurangan bahan metal pada *patch* atau *groundplane* dapat meningkatkan nilai *bandwidth* pada antena. Penggunaan *split ring resonator* sebenarnya dapat dilakukan namun karena keterbatasan dimensi, maka perlu dilakukan satu percobaan terlebih dahulu [18].

Modifikasi antena *matching* HMSIW CBSA yang telah dimodifikasi dengan teknik pencatutan *inset-feed* dan dilakukan penambahan *rectangular matching* pada *groundplane* yang diletakan secara diagonal tersebut dapat dilihat pada [Gambar 8](#). Sedangkan pola persebaran *E-Field* antena *matching* HMSIW CBSA yang disimulasikan pada HFSS dapat dilihat pada [Gambar 8](#).

Pada [Gambar 9](#) dapat dilihat konfigurasi akhir dari rancang bangun antena yang telah dimodifikasi dengan penambahan *inset feed* dan *rectangular matching*. Untuk detail dimensi dan ukuran dapat dilihat pada [Tabel 1](#). Pada konfigurasi akhir ini ditetapkan panjang *matching inset feed* yaitu 4,2 mm, dimana pada nilai tersebut didapatkan nilai terbaik untuk  $S_{11}$ ,  $S_{22}$ ,  $S_{12}$  dan  $S_{21}$ -nya.



Gambar 8. Rancang bangun antenna *matching* HMSIW CBSA dengan penambahan *inset-feed* dan *rectangular matching* pada HFSS (a) Tampak atas (b) Tampak bawah



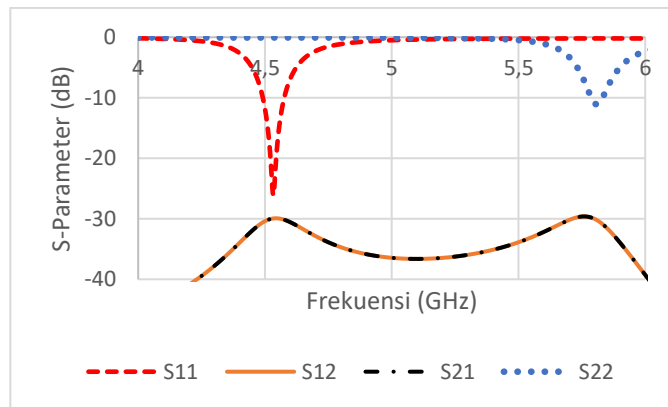
Gambar 9 Konfigurasi antenna *matching* HMSIW CBSA setelah modifikasi

Tabel 1. Parameter ukuran *matching* HMSIW CBSA setelah modifikasi

<i>Dimensi</i>	<i>Ukuran (mm)</i>	<i>Dimensi</i>	<i>Ukuran (mm)</i>
<b>Wd</b>	38	<i>L3</i>	11,6
<b>Ld</b>	40	<i>L4</i>	13
<b>Wp</b>	27,8	<i>Wf</i>	2,425
<b>Lp</b>	30,203	<i>L5</i>	13,175
<b>Wc</b>	2,6	<i>Lf</i>	8,8
<b>Lc</b>	15,68	<i>fp</i>	4,2
<b>Wsg</b>	2	<i>fs</i>	0,8
<b>Lsg</b>	20	<i>p</i>	1,6
<b>L1</b>	2	<i>d</i>	1,0
<b>L2</b>	12,175		

Hasil simulasi konfigurasi akhir dari rancang bangun antenna yang telah dimodifikasi dengan penambahan *inset feed* dan *rectangular matching* pada HFSS untuk *S-Parameter* dapat dilihat pada Gambar 10. Pada Gambar 10 terlihat peningkatan kinerja yang signifikan pada antenna terutama pada nilai koefisien refleksi-nya. Pada frekuensi bawah ( $f_L$ ), nilai koefisien refleksi  $S_{11}$  adalah -30,8 dB pada frekuensi center ( $f_C$ ) 4,54 GHz, dengan *bandwidth* senilai 90 MHz, sedangkan pada frekuensi atasnya ( $f_H$ ), nilai koefisien refleksi  $S_{22}$  adalah -16,86 dB pada frekuensi center ( $f_C$ ) 5,8 GHz, dengan *bandwidth* senilai 140 MHz.





Gambar 10. Grafik *S-Parameter* antena *matching* HMSIW CBSA dengan penambahan *inset-feed* dan *rectangular matching* pada HFSS

Sedangkan untuk nilai *mutual coupling* sendiri dapat dilihat pada plot *S-Parameter* Gambar 10 berada di -27 dB untuk frekuensi bawah ( $f_L$ ), dan -26 dB frekuensi atas ( $f_H$ ).

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat terlihat bahwa dengan adanya penambahan *rectangular matching* pada *groundplane* yang diletakan secara diagonal tersebut dapat meningkatkan *bandwidth* sebanyak 100 MHz pada frekuensi atas ( $f_H$ ). Sehingga nilai *fractional bandwidth* yang didapat adalah 2,414% untuk frekuensi bawah ( $f_L$ ) dan 1,980% untuk frekuensi atas ( $f_H$ ).

Dari hasil simulasi tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa setelah dilakukan modifikasi dengan menambahkan *inset-feed* dan *rectangular slot* mendapatkan nilai *fractional bandwidth* paling besar yaitu 2,414% dan 1,980% dan mendapatkan nilai *gain* sebanyak hampir dua kali lipat dari hasil simulasi tanpa optimasi dan modifikasi, yaitu dari nilai *gain* 3,26 dan 4,38 dB menjadi 6,30 dan 6,13 dB, untuk detailnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Studi parameter metode peningkatan kinerja antena

<i>Modifikasi Antena</i>	<i>Frekuensi Tengah</i>	<i>Koefisien refleksi</i>	<i>Fractional Bandwidth</i>	<i>Gain</i>	<i>Mutual Coupling</i>
Tanpa Modifikasi	5,2/5,8 GHz	-	-	3,26/4,38 dB	> 25 dB
Optimasi Pertama	4,5/6 GHz	-10,02/14,58 dB	0,219%/1,150%	6,17 dB	> 25 dB
<i>Inset-Feed</i>	4,53/5,8 GHz	-26,1/-11,09 dB	1,984%/0,668%	6,3/7,4 dB	> 25 dB
<i>Inset-Feed dan Rectangular Slot</i>	4,54/5,8 GHz	-30,8/-16,86 dB	2,414%/1,98%	6,3/6,13 dB	> 25 dB

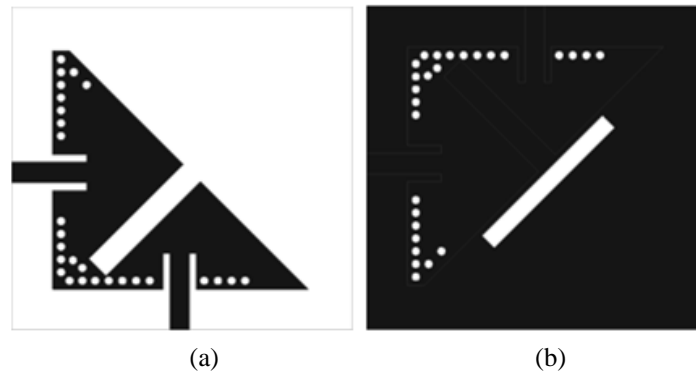
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian akhir dari penelitian ini, dilakukan realisasi dan pengukuran karakteristik antena *matching* HMSIW CBSA yang telah dirancang. Parameter yang diukur adalah *koefisien refleksi*, VSWR, pola radiasi, *gain* dan *mutual coupling* dilakukan di Pusat Penelitian Elektronika Dan Telekomunikasi - Lembaga

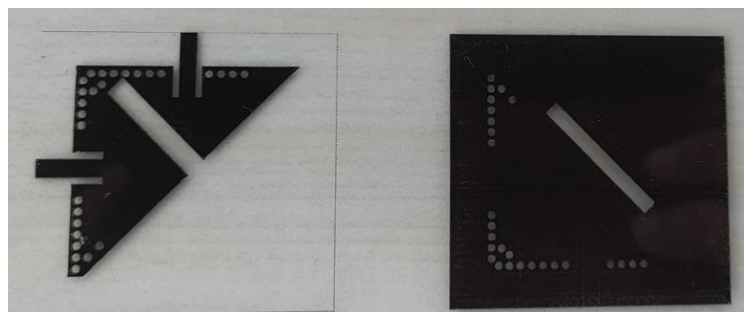
Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bandung. Jawa Barat dengan menggunakan *Advantest R3770 Network Analyzer (300 kHz – 20 GHz)*.

### 3.1. Realisasi Antena Matching HMSIW CBSA

Setelah mendapatkan hasil simulasi yang optimal, maka tahap selanjutnya dilakukan proses realisasi atau pabrikan. Sebelum proses realisasi antena *matching* HMSIW CBSA, rancangan antena terlebih dahulu dikonversikan ke dalam bentuk 2 dimensi, melalui *matching* Corel Draw yang ditunjukkan pada [Gambar 11](#).

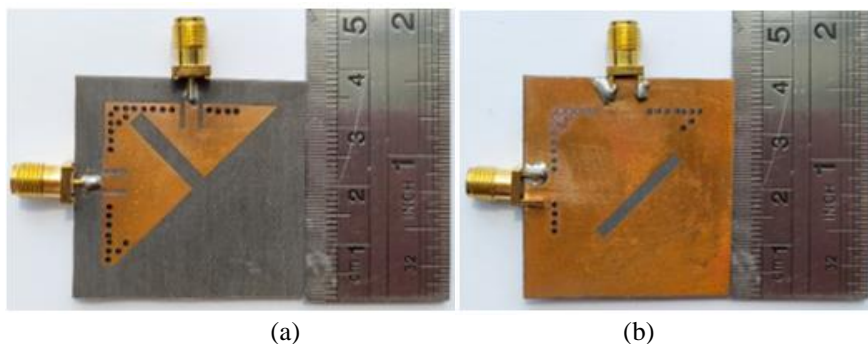


Gambar 11. Desain antena *matching* HMSIW CBSA dalam bentuk Corel Draw



Gambar 12. Desain antena *matching* HMSIW CBSA pada *Negative Film*

Pada proses konversi file, desain dari *Corel Draw* dicetak ke dalam bentuk *negative film* yang ditunjukkan pada [Gambar 12](#). Dari *negative film* tersebut, selanjutnya dicetak pada substrate Rogers RT/Duroid 5880 melalui suatu proses yang disebut dengan proses *etching*. Hasil proses *etching* dapat dilihat pada [Gambar 13](#).



Gambar 13. Hasil pabrikan antena *matching* HMSIW CBSA (a) Tampak atas (b) Tampak bawah

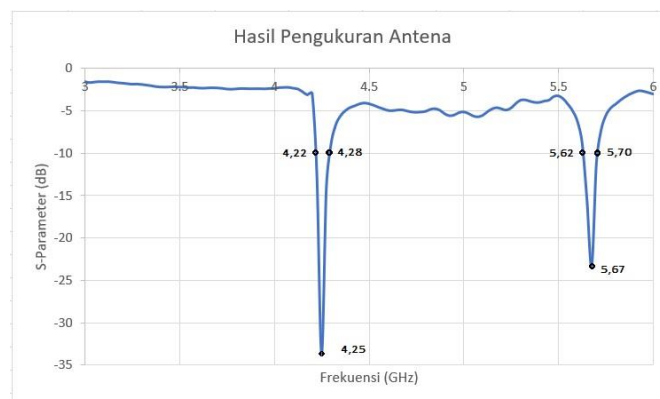
### 3.2 Pengukuran Antena *Matching* HMSIW CBSA

Setelah melakukan proses realisasi antena *matching* HMSIW CBSA, tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran antena. Pengukuran bertujuan untuk mengetahui spesifikasi antena yang telah direalisasikan, apakah hasilnya sesuai dengan simulasi atau tidak. Pengukuran dilakukan menggunakan *Advantest R3770 Network Analyzer (300 kHz – 20 GHz)*. Penulis melakukan proses pengukuran ini, di Pusat Penelitian Elektronika Dan Telekomunikasi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bandung. Jawa Barat.

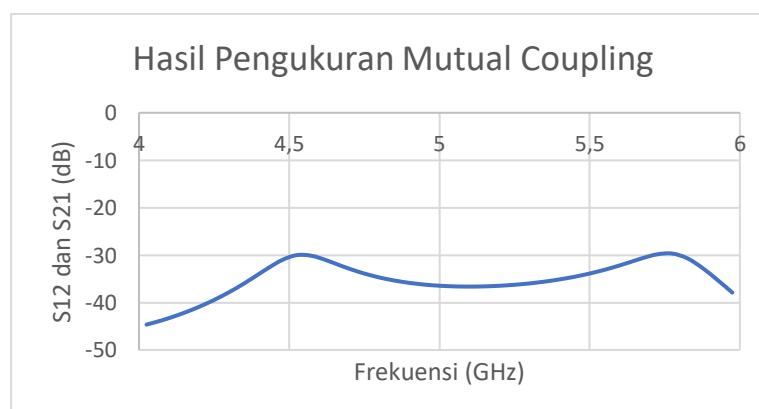
### 3.3. Data Hasil Pengukuran

Dari masing – masing pengukuran parameter antena *matching* HMSIW CBSA yang telah dilakukan dan data dari hasil pengukuran export file tersebut ke dalam format csv, setelah itu untuk hasil dari pengukuran ditampilkan menggunakan *matching MatLab* dan *Microsoft Excel*. Pada [Gambar 14](#) dapat dilihat hasil pengukuran dari S-Parameter yaitu untuk S11 dan S22 dari antena *matching* HMSIW CBSA. Untuk frekuensi bawah ( $f_L$ ) berada pada range 4,22-4,28 GHz, dengan frekuensi tengah berada di 4,25 GHz, sedangkan frekuensi atas ( $f_H$ ) berada pada range 5,62-5,70 GHz dengan frekuensi tengah berada di 5,67 GHz.

Kemudian, dilakukan pengukuran juga untuk mengetahui *mutual coupling* di antara kedua port input antena. Hasil pengukuran dari *mutual coupling* antena dapat dilihat pada [Gambar 15](#), terlihat bahwa S<sub>12</sub> dan S<sub>21</sub> memiliki plot grafik yang sama. Hasil pengukuran didapati nilai S<sub>12</sub> dan S<sub>21</sub> yaitu -30 dB untuk frekuensi bawah ( $f_L$ ), dan -29,6 dB frekuensi atas ( $f_H$ ).

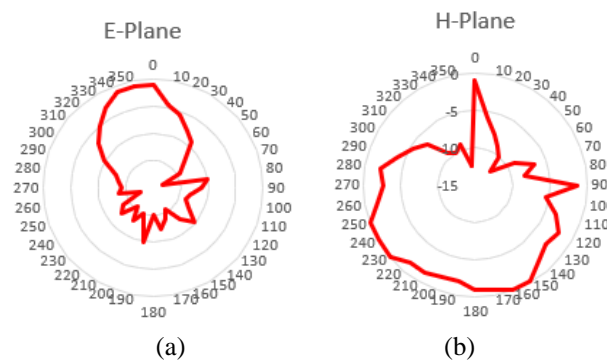


Gambar 14. Hasil pengukuran *S-Parameter* antena *matching* HMSIW CBSA

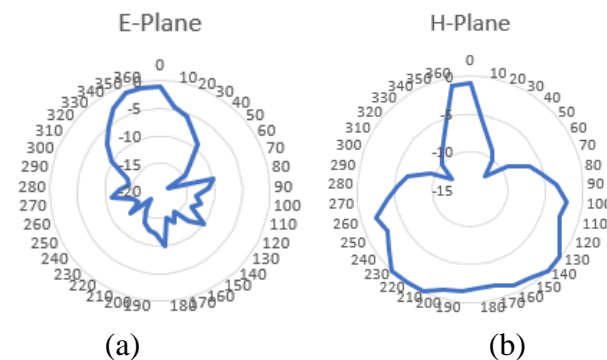


Gambar 15. Hasil pengukuran *mutual coupling* S<sub>12</sub> dan S<sub>21</sub> antena *matching* HMSIW CBSA

Kemudian hasil pengukuran pola radiasi untuk frekuensi 4,5 GHz dapat dilihat pada [Gambar 16](#), sedangkan untuk frekuensi 5,8 GHz dapat dilihat pada [Gambar 17](#). Terlihat bahwa antenna yang direalisasikan memiliki pola radiasi unidireksional yaitu elektromagnetik yang dipancarkan hanya ke satu arah. Plot pola radiasi antara pengukuran dengan simulasi berbeda. Kondisi ideal dalam pengukuran pola radiasi sangat sulit dicapai atau 65% ketidaktepatan. Hal ini dikarenakan sangat sulit untuk menjaga posisi antenna tetap tegak lurus. Kondisi tersebut menjadi salah satu penyebab pengukuran tidak dapat dilakukan secara akurat. Selain itu, adanya gaya tarik dari kabel ketika antenna berputar menyebabkan adanya rugi-rugi pada kabel penghubung. Ketidaktepatan dalam proses pengambilan data juga menjadi faktor penyebab perbedaan hasil pengukuran.



Gambar 16. Hasil pengukuran pola radiasi antenna *matching* HMSIW CBSA pada frekuensi 4,5 GHz  
(a) *E-Plane* (b) *H-Plane*

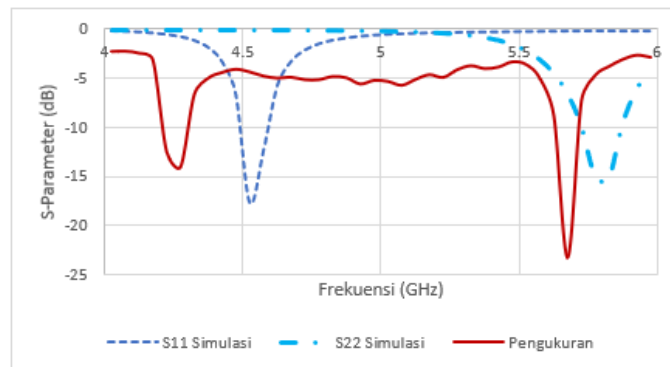


Gambar 17. Hasil pengukuran pola radiasi antenna *matching* HMSIW CBSA pada frekuensi 5,8 GHz  
(a) *E-Plane* (b) *H-Plane*

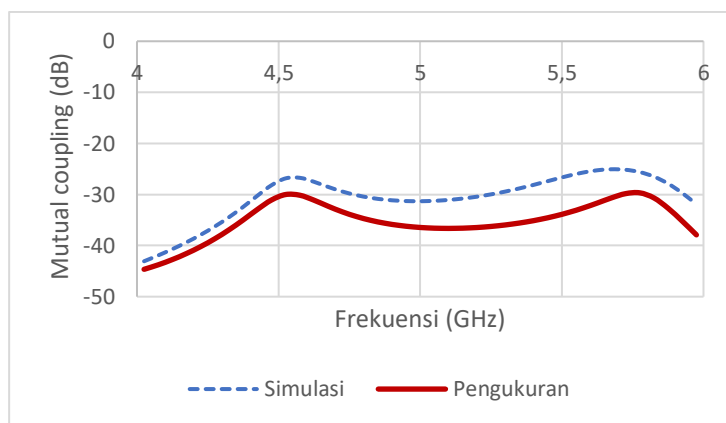
Kemudian, dilakukan pengukuran *gain*, berdasarkan hasil pengukuran, *gain* antenna mikrostrip untuk frekuensi bawah ( $f_L$ ) dan frekuensi atas ( $f_H$ ) masing-masing memiliki nilai 6,75 dan 6,85 dB. *Gain* yang diukur berbeda dengan hasil simulasi yang bernilai 6,3 dan 6,13 dB.

### 3.4 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Simulasi

Hasil pengukuran dan simulasi ditampilkan dalam satu grafik dengan aplikasi *Matlab* dan *Excel* agar dapat terlihat perbedaan antara hasil pengukuran dan simulasi. [Gambar 18](#) menunjukkan grafik perbandingan *mutual coupling* hasil pengukuran dan simulasi, sedangkan pada [Gambar 19](#) dan [Tabel 3](#) memperlihatkan perbandingan grafik koefisien pantulan dari hasil simulasi dan pengukuran antenna.



Gambar 18. Perbandingan grafik S-Parameter dari hasil simulasi dan pengukuran antenna *matching* HMSIW CBSA



Gambar 19. Perbandingan grafik *mutual coupling* dari hasil simulasi dan pengukuran antenna *matching* HMSIW CBSA

Tabel 3. Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran

No	Parameter	Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran
1	Frekuensi (GHz)	4,5/5,8	4,5/5,8	4,25/5,67
2	Bandwidth (MHz)	>90	90/140	60/75
3	Factional Bandwidth (%)	>1	½,4	1,41/1,32
4	Coefisien Reflection	<-10	-30/-16,86	-33,10/-23,27
5	Gain	>6	6,3/6,13	6,75/6,85
6	Mutual Coupling	< -25	-27/-26	-30/-29,6

#### 4. KESIMPULAN

Telah dirancang antenna antenna *matching* HMSIW CBSA dengan modifikasi teknik pencatuan *inset-feed* serta penambahan *rectangular slot* pada *groundplane* yang diletakan secara diagonal. Hasil simulasi menunjukkan kesesuaian dengan spesifikasi yang diinginkan. Namun pada saat pengukuran, terdapat perbedaan dengan hasil simulasi dimana terjadi penurunan nilai *fractional bandwidth* dan kenaikan *mutual coupling* pada kedua frekuensi band. Perbedaan antara simulasi dan pengukuran di beberapa parameter, dapat disebabkan oleh beberapa kesalahan yang tidak dapat dihitung dalam simulasi seperti kesalahan dalam proses fabrikasi, pemilihan konektor, proses menyolder yang tidak sempurna serta kesalahan dalam pengambilan data pengukuran. Penelitian ini masih dapat dikembangkan dan diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

**REFERENSI**

- [1] C. A. Balanis, *Antenna Theory; Analysis and Design*, 3<sup>rd</sup> Ed. New Jersey, 2005
- [2] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahal, and A. Ittipiboon, *Artech - Microstrip Antenna Design Handbook*, London: Artech House, 2001
- [3] D. Rusdiyanto and F. Y. Zulkifli, "Antenna Integrated with Low Noise Amplifier Operating at L1 GPS Application," *2019 IEEE Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)*, Singapore, Singapore, 2019, pp. 1280-1282, doi: 10.1109/APMC46564.2019.9038337
- [4] D. W. Astuti, A. Jubaidilah and M. Alaydrus, "Substrate integrated waveguide bandpass filter for VSAT downlink," *2017 15th International Conference on Quality in Research (QiR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, Nusa Dua, 2017, pp. 101-105, doi: 10.1109/QIR.2017.8168461
- [5] D. Rusdiyanto and F. Y. Zulkifli, "Dual Band Circularly Polarized Microstrip Antenna Fed by Inverted-L Shaped with A Stub for GPS And WLAN Application," *2019 11th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, Pattaya, Thailand, 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICITEED.2019.8930001
- [6] NN, *Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia*, PM Kominfo No. 13 Tahun 2018, Jakarta: Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia
- [7] R. K. Barik, Q. S. Cheng, S. K. K. Dash, N. C. Pradhan, & S. S. Karthikeyan, "Compact high-isolation self-matching antenna based on SIW for C-band applications," *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, vol. 34, no. 7, pp. 1-15, 2020, doi: 10.1090/09205071.2020.1763859
- [8] S. Mukherjee, and A. Biswas," Design of self-matching substrate integrated waveguide cavity-backed matching antenna," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 15, pp. 1775-1778, 2016
- [9] S. Nandi and A. Mohan, "An SIW Cavity-Backed Self-Diplexing Antenna," in *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 16, pp. 2708-2711, 2017, doi: 10.1109/LAWP.2017.274301
- [10] A. Kumar, D. Chaturvedi, & S. Raghavan, "Design and experimental verification of dual-Fed, self-diplexed cavity-backed matching antenna using HMSIW technique," *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, vol. 13, no. 3, pp. 380-385, 2019, doi: 10.1049/iet-map.2018.5327
- [11] S. Marini, M. A. Bakri, and D. Wicaksono, "Perancangan Antena Super J-Pole 146 MHz Band Radio Amati," *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 10, no. 3, pp. 155-170, 2020, doi: 10.22441/incomtech.v10i3.8866
- [12] A. Firdausi, "Antenna Microstrip Double Layer untuk Aplikasi WAN 802.11ac," *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 155-170, pp. 21-42, 2018, doi: 10.22441/incomtech.v8i1.2143
- [13] M. Oktavia and M. Alaydrus, "Perancangan Antena Reflectarray pada Frekuensi 38 GHz," *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, vol. 10, no. 3, pp. 155-170, pp. 171-176, 2020, doi: 10.22441/incomtech.v10i3.9191
- [14] D. W. Astuti, M. Asvial, F. Y. Zulkifli, and E. T. Rahardjo, "Bandwidth Enhancement on Half-Mode Substrate Integrated Waveguide Antenna Using Cavity-Backed Triangular Slot", *International Journal of Antennas and Propagation*, vol. 2020, Article ID 1212894, 9 pages, 2020, doi: 10.1155/2020/1212894
- [15] W. Virginia, "Microstrip antennas," In *IEEE International symposium on Antennas and Propagation*, pp. 177-180, 1972
- [16] D. Pozar, "Input impedance and mutual coupling of rectangular microstrip antennas," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 30, no. 6, pp. 1191-1196, November 1982, doi: 10.1109/TAP.1982.1142934
- [17] W. You, H. Guo, W. Cai, & X. Liu, "A D-shaped defected patch antenna with enhanced bandwidth. In 2009 3rd IEEE International Symposium on Microwave," *Antenna, Propagation and EMC Technologies for Wireless Communications*, pp. 684-686, 2009
- [18] D. Rusdiyanto, C. Apriono & D. W. Astuti, "Analisis Parameter Antena Mikrostrip dengan Metode Split Ring Resonator pada Frekuensi L-Band." *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, vol. 10, no.3, 2020, pp. 133-139, 2020, doi: 10.31940/matrix.v10i3.2176