

# STUDI PENGARUH PERUBAHAN DIMENSI GROUNDPLANE DAN PANJANG LINE PADA ANTENA MIKROSTRIP MEANDER LINE FREKUENSI 332 MHZ

Muhamad Adimukti Prasajo<sup>\*</sup>, Muh Wildan<sup>2</sup>, Eriyandi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Penerbangan Indonesia Curug; Jl. Raya PLP Curug, Serdang Wetan, Kec. Legok, Tangerang, Banten; (021) 5982204

Received: 22 April 2024  
Accepted: 31 Juli 2024  
Published: 7 Agustus 2024

**Keywords:**

Antena Mikrostrip Meander Line;  
Dimensi Groundplane;  
Panjang Patch Line;

**Correspondent Email:**

16032010015@ppicurug.ac.id

**Abstrak.** Antena mikrostrip merupakan terobosan dalam dunia antena untuk membuat antena dengan dimensi yang kecil dan minimalis. Salah satu, teknik yang sering digunakan adalah teknik *meander line*. Teknik ini digunakan dengan meleukukan setiap sisi dari *patch* antena agar menghasilkan dimensi yang kecil tanpa mengorbankan performanya. Untuk mendapatkan nilai performa yang maksimal, dibutuhkan optimasi berupa perubahan nilai terutama pada *groundplane* dan panjang *patch line* antena. Maka dari itu, penelitian ini akan difokuskan untuk menelaah pengaruh perubahan dimensi *groundplane* dan panjang *line patch* terhadap performa antena mikrostrip *meander line*. Dalam studi ini, pendekatan penelitian yang diterapkan mencakup proses desain dan analisis. Tahap desain digunakan untuk menentukan spesifikasi awal antena, menghitung dimensi awal, mengembangkan model matematis dari antena mikrostrip *meander line* dan mensimulasikannya menggunakan *software*. Sementara itu, tahapan analisis yang dilakukan terfokus pada pengaruh perubahan dimensi *groundplane* dan panjang *line patch* terhadap parameter seperti *return loss*, impedansi, dan frekuensi resonansi antena mikrostrip *meander line*. Hasil percobaan dan simulasi menyatakan bahwa perubahan dimensi *groundplane* mempengaruhi tingkat keselarasan (*matching*) antara impedansi *feedline* antena dengan impedansi kabel yang akan digunakan. Disisi lain, perubahan panjang *line patch* pada antena mikrostrip *meander line* mempengaruhi frekuensi resonansi antena yang diinginkan.

**Abstract.** The microstrip antenna is a revolutionary development in antenna technology, enabling the creation of compact and efficient antennas. Among the techniques employed, the meander line technique stands out, allowing for the reduction of antenna dimensions while maintaining performance. Achieving peak performance requires optimization, particularly by adjusting the ground plane and patch line length. This study focuses on exploring how alterations in these dimensions affect the meander line microstrip antenna's performance. Through a combination of design and analysis phases, the study determines initial specifications, develops a mathematical model, and conducts simulations. Analysis assesses the impact of ground plane and patch line length changes on parameters like return loss, impedance, and resonance frequency. Results indicate that ground plane adjustments influence impedance matching, while alterations in patch line length affect antenna resonance frequency. This research provides insights into optimizing microstrip antenna performance by fine-tuning dimensional parameters.

## 1. PENDAHULUAN

Penerbangan modern bukan hanya tentang menerbangkan pesawat dari satu tempat ke tempat lain. Ini adalah sebuah industri yang kompleks dan dinamis yang melibatkan banyak pihak dan elemen. Sistem penerbangan yang terintegrasi dan efisien sangatlah penting untuk memastikan keselamatan, keamanan, dan kenyamanan para pengguna jasa penerbangan[1]. Seiring dengan perkembangan teknologi dan meningkatnya kebutuhan masyarakat, sistem penerbangan harus terus dibenahi dan ditingkatkan untuk memberikan layanan yang terbaik. Salah satu aspek yang sangat penting untuk menjamin keselamatan penerbangan adalah sistem navigasi penerbangan. Dengan menguasai seni dan ilmu navigasi penerbangan, pilot dapat mengantarkan penumpang dan kargo mereka ke tujuan dengan selamat dan tepat waktu[2]. Sistem ini memandu pilot dari lepas landas hingga mendarat di bandara tujuan mereka [3]. Salah satu sistem tersebut adalah Instrument Landing System (ILS), yang membantu pesawat mendarat dengan aman. ILS memiliki tiga bagian: *localizer*, *glide path*, dan *marker beacon*[4]. Pada penelitian ini, akan berfokus pada peralatan *glide path*, yang menggunakan sinyal radio untuk memberikan sudut pendaratan yang benar kepada pilot. *Glide path* beroperasi pada frekuensi UHF antara 328,6 MHz dan 335,4 MHz.

Sesuai dengan Peraturan KP 35 Tahun 2019 tentang Prosedur Pemeliharaan dan Pelaporan Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan, dibutuhkan pemeliharaan rutin terhadap peralatan telekomunikasi, navigasi, *surveillance*, dan *data processing*[5]. Peraturan ini membahas langkah-langkah yang diperlukan dalam memelihara fasilitas telekomunikasi, navigasi, *surveillance*, dan *data processing* (Kemenhub RI, 2019). Untuk memastikan pendaratan yang aman, salah satu pemeriksaan penting yang harus dilakukan adalah inspeksi lapangan penerbangan (*ground inspection*) yang bertujuan memeriksa pemeliharaan fasilitas navigasi penerbangan yang akan digunakan di bandara[6]. Pelaksanaan inspeksi lapangan (*ground inspection*) dilakukan dengan menggunakan Portable Instrument Receiver (PIR). Tujuan dari kegiatan inspeksi lapangan ini adalah untuk memeriksa sinyal keluaran yang dipancarkan oleh peralatan ILS,

khususnya *glide path*. Antena yang digunakan pada perangkat PIR adalah antena jenis *dipole* dengan dimensi yang cukup panjang[7]. Dengan dimensi tersebut, penggunaannya menjadi kurang efisien untuk digunakan di lapangan. Namun, berkat perkembangan teknologi, antena mikrostrip menjadi salah satu pilihan terbaik untuk membuat desain antena dalam bentuk yang *compact*.

Antena mikrostrip merupakan terobosan dalam dunia antena. Berbeda dengan antena *dipole* yang memiliki dimensi besar dan berat, antena ini terbuat dari konduktor logam tipis yang dicetak pada substrat dielektrik (bahan isolasi) dan dipasang di atas *groundplane*[8]. Antena ini memiliki beberapa keunggulan, diantaranya memiliki ukuran yang kecil dan ringan, mudah dalam pembuatannya, biaya pabrikan yang rendah, memiliki performa yang cukup baik, dan mudah dalam mendesain dan mengintegrasikannya. Salah satu teknik yang sering digunakan untuk membuat antena mikrostrip dalam bentuk yang kecil dan *compact* adalah teknik *meander line*. Teknik ini digunakan dengan melekukan setiap sisi dari *patch* antena agar menghasilkan dimensi yang kecil tanpa mengorbankan performanya. Untuk mendapatkan nilai performa yang maksimal, dibutuhkan optimasi berupa perubahan nilai terutama pada *groundplane* dan panjang *patch line* antena. Maka dari itu, penelitian ini akan difokuskan untuk menelaah pengaruh perubahan dimensi *groundplane* dan panjang *line patch* terhadap performa antena mikrostrip *meander line*.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan pada pembuatan antena mikrostrip dengan teknik *meander line*. Seperti pada penelitian[9], antena mikrostrip dibuat untuk digunakan pada aplikasi GNSS. Pada penelitian tersebut, dimensi panjang dan lebar *ground* berbeda dengan dimensi substrat. Dimensi substrat sebesar 183,6 mm x 183,6 mm sementara dimensi *ground* mengalami perubahan, yaitu 183,6 mm x 48,6 mm. Hal ini menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh ketika dimensi *ground* diubah. Selain itu, penelitian[10] melakukan simulasi dan pabrikan antena mikrostrip untuk pita frekuensi VHF A/G. Pada penelitian tersebut, dibuat lapisan *ground* dengan dimensi terbatas (*limited ground*) dan juga diaplikasikan teknik struktur *ground* yang dirusak (*defected ground structure*

– DGS) berbentuk cincin heksagonal. Penelitian lain oleh [11] menghasilkan antena mikrostrip untuk peralatan PIR dengan frekuensi resonansi 332 MHz. Pada penelitian tersebut, terdapat perubahan ukuran dimensi *ground* dan panjang *line*, dimana dimensi *ground* sebelum optimasi adalah 200 mm x 80 mm dan dimensi *ground* setelah optimasi adalah 60 mm x 2 mm. Sementara itu, untuk panjang *line* sebelum optimasi adalah 19,05 mm dan s

etelah dilakukan optimasi menjadi 25 mm. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh terhadap perubahan dimensi *ground* dan panjang *line* terhadap performa antena mikrostrip. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dilakukan studi mengenai pengaruh perubahan dimensi *ground* dan panjang *line* pada antena mikrostrip frekuensi resonansi 332 MHz.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

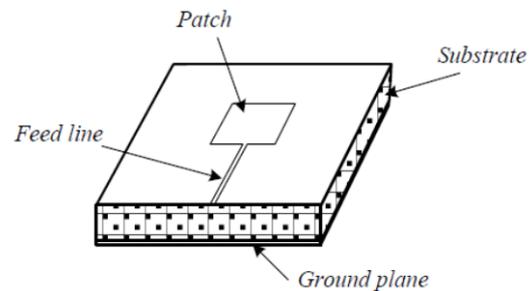
### 2.1 Antena

Antena mampu mengubah energi listrik menjadi gelombang elektromagnetik yang membawa informasi, dan sebaliknya, mengubah gelombang elektromagnetik yang membawa informasi menjadi energi listrik [12]. Kemampuan ini menjadikannya elemen penting dalam berbagai sistem komunikasi nirkabel. Ada beragam desain antena yang digunakan dalam sistem dan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangannya. Tanpa antena, sistem nirkabel tidak dapat berfungsi [13]. Selain itu, dalam konteks pemancar gelombang elektromagnetik (EM), penting untuk merancang antena dengan proporsi fisik yang sesuai terhadap panjang gelombang yang dipancarkannya. Ini berarti bahwa antena harus memiliki dimensi yang sesuai agar efektif dalam memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik pada frekuensi yang diinginkan.

### 2.2 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah teknologi inovatif yang memanfaatkan konduktor logam, bidang tanah, dan lapisan dielektrik untuk menghasilkan gelombang elektromagnetik pada frekuensi tinggi. Antena ini terdiri dari beberapa elemen penting, yaitu *groundplane* yang memantulkan gelombang, substrat dielektrik yang menghantarkan gelombang, dan *patch*

yang memancarkan gelombang. Keunggulan desainnya yang praktis, ringan, dan mudah dibuat menjadikan antena mikrostrip pilihan populer dalam berbagai aplikasi telekomunikasi [14].

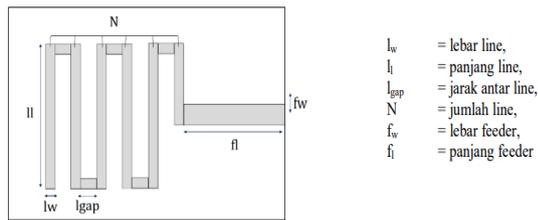


Gambar 1 Bagian-Bagian Antena

- **Patch atau konduktor**  
Bagian teratas dari *substrat* yang umumnya terbuat dari tembaga, aluminium atau emas. Pada bagian ini juga gelombang listrik dan magnet akan di radiasikan ke udara
- **Substrat**  
Lapisan ini disebut juga dielektrik karena memisahkan antara *patch* dan *ground plane*. *Substrat* memiliki berbagai jenis tergantung dari nilai konstanta dielektrik yang digunakan (*Epsilon r*) karena ukuran antena yang digunakan berbanding terbalik dengan nilai dari konstanta tersebut.
- **Groundplane**  
Bagian bawah *substrat* yang berfungsi untuk reflektor sinyal yang tidak diinginkan. Umumnya *Ground plane* menutupi seluruh pada bagian bawah dari antena mikrostrip.

### 2.3 Antena Meander Line

Antena *meander line* memiliki desain unik yang menawarkan karakteristik berbeda dari antena *patch* pada umumnya. Antena ini memanfaatkan struktur *monopole* atau *dipole* yang dilengkungkan untuk menghasilkan sinyal *multiband*. Umumnya, antena ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan sinyal *multiband* dengan *bandwidth* yang terbatas dan *gain* yang rendah, sehingga efisiensinya cenderung rendah [15].



Gambar 2 Antena Meander Line

## 2.4 Parameter Antena

Parameter antena adalah referensi atau ciri khas yang menentukan kemampuan suatu antena untuk beroperasi secara optimal. Agar antena dapat berkinerja dengan baik, diperlukan sejumlah parameter yang dapat digunakan sebagai alternatif pengujian matematis. Menurut[16], parameter-parameter yang dapat diamati untuk menilai kemampuan suatu antena antara lain *Gain*, *Return Loss*, dan *VSWR*.

- **Gain**

Gain antena adalah konsep penting yang mengukur kemampuannya dalam mengarahkan dan memperkuat sinyal yang dipancarkan atau diterima. Sederhananya, gain dapat diibaratkan sebagai efektivitas antena dalam menangkap atau memancarkan sinyal. Secara matematis, gain dihitung sebagai perbandingan antara daya total yang diterima antena dengan intensitas daya yang dipancarkannya. Semakin tinggi nilai gain, semakin terarah dan kuat sinyal yang diterima atau dipancarkan antena.

- **Return Loss**

*Return loss* adalah parameter yang mengukur efisiensi antena dalam memancarkan sinyal. Nilai *return loss* yang rendah menunjukkan antena yang berkinerja baik, sedangkan nilai yang tinggi menunjukkan kehilangan energi yang signifikan. Dampaknya bisa berupa penurunan jangkauan dan kualitas sinyal. Nilai *return loss* yang optimal adalah  $\leq -10$  dB, menunjukkan bahwa sebagian besar sinyal dipancarkan dan hanya sedikit yang terpantul. Ini mencerminkan keselarasan yang baik antara antena dan saluran transmisi.

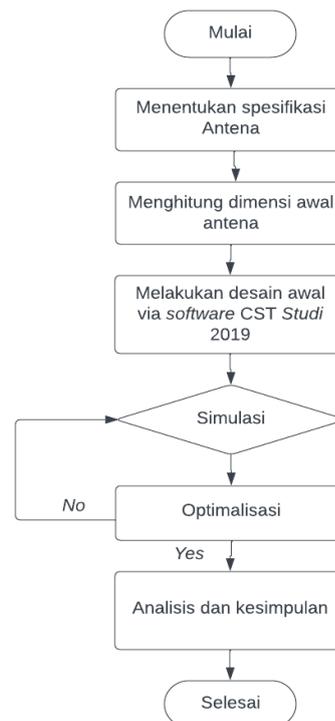
- **Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)**

*Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)* adalah ukuran yang menunjukkan kecocokan impedansi antara antena dan saluran transmisi. *VSWR* dihitung dengan membandingkan tegangan maksimum ( $V_{max}$ ) dan tegangan

minimum ( $V_{min}$ ) dalam gelombang berdiri yang terjadi akibat refleksi sinyal. Refleksi ini terjadi ketika impedansi antara input antena dan saluran transmisi tidak cocok. Perhitungan *VSWR* dilakukan dengan membandingkan daya yang dipancarkan oleh antena (*forward*) dengan daya yang kembali diterima oleh antena (*reflected*).

## 3 METODE PENELITIAN

Dalam studi ini, pendekatan penelitian yang diterapkan mencakup proses desain dan analisis untuk mencapai hasil yang sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan[17]. Tahap desain digunakan untuk menentukan spesifikasi awal antena, menghitung dimensi awal, mengembangkan model matematis dari antena mikrostrip *meander line* dan mensimulasikannya menggunakan *software CST Studio 2019*. Sementara tahap analisis diterapkan untuk mengevaluasi hasil simulasi serta memverifikasi bahwa desain telah sesuai dengan yang direncanakan. Tahapan analisis yang dilakukan terfokus pada pengaruh perubahan dimensi *groundplane* dan panjang *line patch* terhadap parameter seperti *return loss*, impedansi, dan frekuensi resonansi antena mikrostrip *meander line*. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

### 3.1 Parameter Antena

Pada penelitian ini, spesifikasi antena yang akan disimulasikan adalah sebagai berikut:

1. Bahan substrat : FR-4 Epoxy
2. Tebal substrat : 1.6 mm
3. Permisivitas ( $\epsilon_r$ ) : 4.3
4. Metode patch : *meander line*
5. Bahan patch : *Copper*
6. Tebal patch : 0.035 mm
7. Frekuensi : 328,6 MHz - 335,4 MHz

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{5}$$

$$\frac{W_f}{h} \tag{6}$$

Jika nilai  $\frac{W_f}{h} < 1$ , maka untuk menghitung konstanta dielektrik efektif dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 x h}{w}}} + 0,04 \left( 1 - \frac{W}{h} \right)^2 \right\} \tag{7}$$

### 3.2 Perhitungan dimensi antena

- 1.) Perhitungan dimensi substrat dan *groundplane*

Jumlah *line* pada *patch* antena *meander line* memiliki pengaruh langsung terhadap dimensi substrat yang diperlukan untuk konstruksi antena tersebut. Semakin banyak *line* yang digunakan, semakin besar dimensi substrat yang diperlukan. Sementara untuk dimensi awal *groundplane* pada antena mikrostrip *meander line* umumnya diambil sebagai 100% dari panjang substrat, kemudian disesuaikan melalui proses optimasi untuk meningkatkan kinerja antena.

Jika nilai  $\frac{W_f}{h} > 1$ , maka untuk menghitung konstanta dielektrik efektif dapat dihitung melalui persamaan berikut:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 x h}{w}}} \right\} \tag{8}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan di atas, didapati nilai awal perhitungan antena mikrostrip *meander line* sebagai berikut:

- 2.) Perhitungan *feedline* antena

Antena mikrostrip dihubungkan ke sumber daya melalui kabel dengan impedansi 50  $\Omega$  dan konektor SMA female. Untuk menghitung lebar pencatu dengan impedansi 50  $\Omega$ , dapat menggunakan rumus pada persamaan berikut:

$$B = \frac{60\mu^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$W_f = \frac{2h}{\mu} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(2B - 1) 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

Setelah menghitung lebar *feedline*, langkah selanjutnya adalah menghitung panjang *feedline*. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$l_f = \frac{\lambda_d}{4}$$

Dimana nilai  $\lambda_d$  dapat dicari dari persamaan berikut:

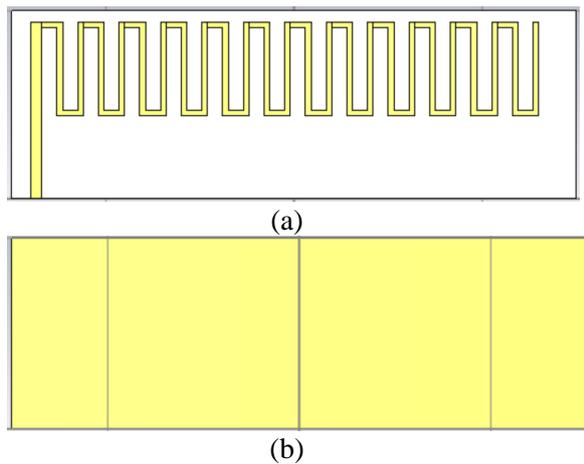
$$\lambda_d = \frac{\lambda}{\epsilon_{eff}}$$

Nilai  $\lambda$  dan  $\epsilon_{eff}$  masing-masing didapatkan dari persamaan berikut:

Tabel 1 Paramter Awal Antena

	Parameter	Simbol	Ukuran
	Panjang <i>feedline</i>	$L_f$	47 mm
	Lebar <i>feedline</i>	$W_f$	3 mm
	Panjang <i>line</i>	$l_i$	23,5 mm
	Lebar <i>line</i>	$W_i$	1,5 mm
(1)	Jarak antar <i>line</i>	$l_{gap}$	4 mm
	Jumlah <i>line</i>	$N$	24
(2)	Panjang <i>substrat</i>	$P_s$	150 mm
	Lebar <i>substrat</i>	$L_s$	50 mm
	Panjang <i>groundplane</i>	$P_g$	150 mm
	Lebar <i>groundplane</i>	$L_g$	50 mm
	Tebal <i>patch</i>	$T_p$	0,035 mm
(3)	Tebal <i>substrat</i>	$T_s$	1,6 mm

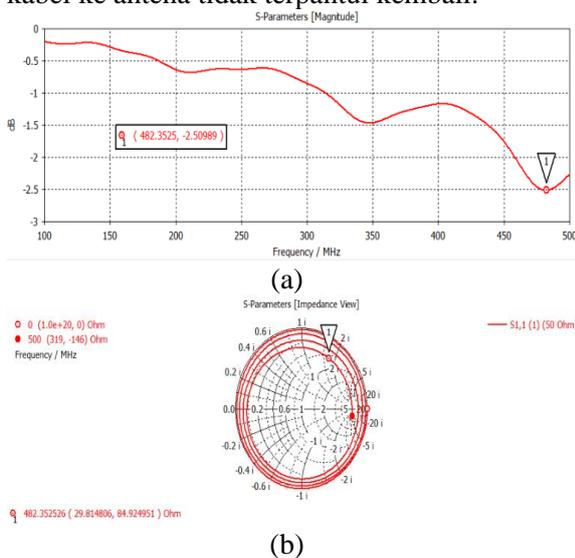
Selanjutnya, data ukuran awal antena mikrostrip *meander line* akan disimulasikan (4) melalui *software* CST *Studio* 2019. Adpaun desain awal perancangan antena mikrostrip *meander line* dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 4 Desain awal antenna tampak depan (a) dan tampak belakang (b)

### 3.3 Simulasi

Simulasi dilakukan terhadap berbagai aspek antenna mikrostrip untuk memahami performanya. Salah satu aspek yang perlu diperhatikan yaitu nilai *return loss* antenna. *Return loss* menunjukkan berapa banyak daya gelombang radio yang dipantulkan kembali dari antenna yang ditransmisikan[18]. *Return loss* yang lebih rendah menunjukkan efisiensi antenna yang lebih baik. Sementara itu, impedansi antenna juga penting untuk menunjukkan kesesuaian (*matching*) antara *patch* antenna dengan saluran transmisi (*feedline*). *Matching* dapat terjadi ketika impedansi antenna sama dengan kabel yang terhubung dengannya. Hal ini penting untuk memastikan daya yang ditransmisikan dari kabel ke antenna tidak terpantul kembali.



Gambar 5 Nilai *return loss* (a) dan impedansi awal (b)

Gambar di atas merupakan grafik nilai *return loss* dan impedansi awal simulasi antenna. Berdasarkan gambar tersebut, dapat disimpulkan bahwa antenna dengan dimensi tersebut belum *matching* dengan impedansi kabel yang akan terhubung dengan antenna. Dalam hal ini, impedansi kabel yang akan digunakan adalah  $50 \Omega$ . Maka dari itu, perlu dilakukan perubahan dimensi pada *groundplane* agar antenna dapat *matching* dengan impedansi kabel yang akan digunakan.

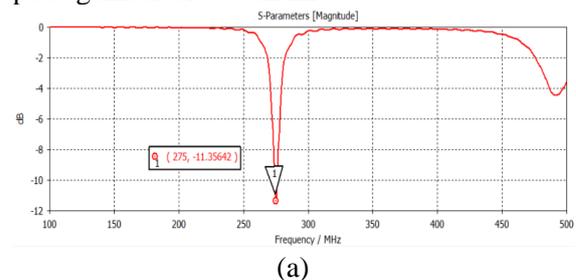
### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

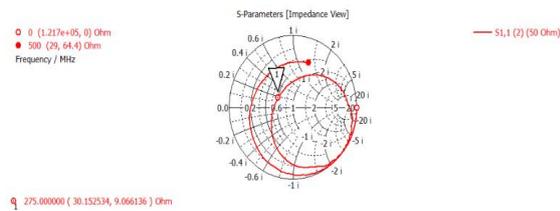
Perubahan dimensi pada *groundplane* dilakukan dengan memperkecil dimensi *groundplane* dengan beberapa percobaan. Percobaan pertama dilakukan dengan mengubah panjang dan lebar dari *groundplane* menjadi  $\frac{1}{2}$  dari panjang dan lebar awalnya. Dimensi awal *groundplane* yang semula  $150 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$  diperkecil menjadi  $75 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ . Bentuk *groundplane* pada percobaan pertama ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6 Dimensi *groundplane* percobaan pertama

Setelah dilakukan simulasi, hasil dari percobaan pertama tersebut menunjukkan nilai *return loss* sebesar  $-11,35642$  pada frekuensi resonansi  $275 \text{ MHz}$  dengan impedansi  $30 \Omega$ . Hal ini menunjukkan bahwa impedansi *feedline* antenna dengan impedansi kabel yang akan digunakan oleh antenna belum *matching*. Grafik hasil simulasi percobaan pertama dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

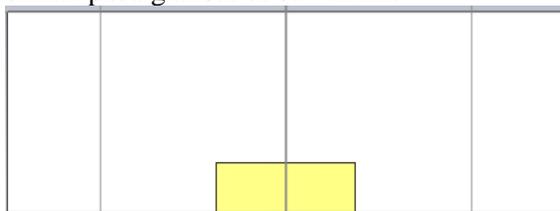




(b)

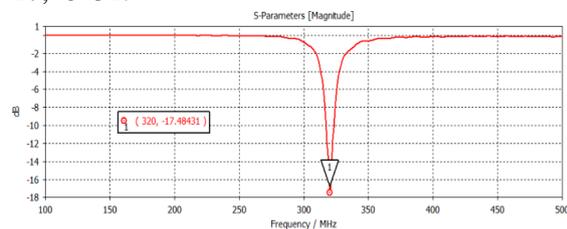
Gambar 7 Nilai *return loss* (a) dan impedansi percobaan pertama (b)

Kemudian dilakukan percobaan kedua dengan memperkecil kembali dimensi *groundplane* menjadi  $\frac{1}{4}$  dari panjang dan lebar dimensi awal *groundplane*. Ukuran dimensi *groundplane* pada percobaan kedua ini menjadi 37,5 mm x 12,5 mm. Adapun bentuk *groundplane* pada percobaan kedua ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



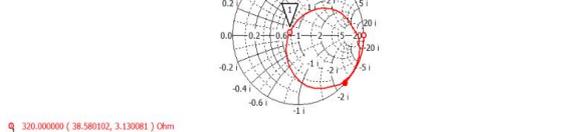
Gambar 8 Dimensi *groundplane* percobaan

Hasil dari percobaan kedua menunjukkan bahwa impedansi antara *feedline* antenna dengan impedansi kabel mulai menunjukkan keselarasan (*matching*). Hal tersebut dikarenakan nilai impedansi antenna pada frekuensi resonansi 320 MHz sebesar 38  $\Omega$ . Sementara itu, nilai *return loss* sudah memenuhi kriteria yang diharapkan yaitu -17,48431.



(a)

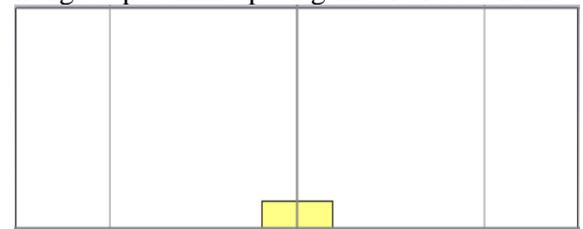
Gambar 9 Nilai *return loss* (a) dan impedansi percobaan kedua (b)



(b)

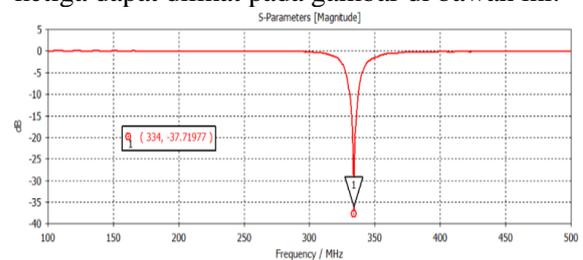
Gambar 10 Dimensi *groundplane* percobaan ketiga

Selanjutnya, dilakukan kembali percobaan ketiga dengan memodifikasi dimensi *groundplane* menjadi  $\frac{1}{6}$  dari ukuran panjang dan lebar awal antenna. Ukuran dimensi *groundplane* pada percobaan ketiga ini menjadi 18,75 mm x 6,25 mm. Bentuk *groundplane* pada percobaan ketiga dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

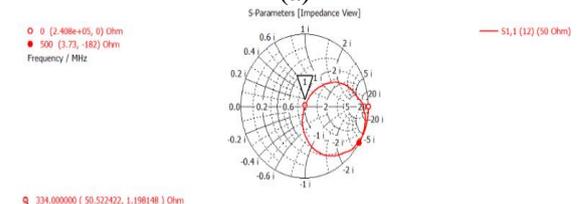


Gambar 11 Nilai *return loss* (a) dan impedansi percobaan ketiga (b)

Percobaan ketiga mengindikasikan adanya kesesuaian (*matching*) antara impedansi *feedline* antenna dengan impedansi kabel. Hal ini ditunjukkan dengan impedansi antenna yang sudah 50  $\Omega$  pada frekuensi resonansi 334 MHz. Disisi lain, nilai *return loss* telah mencapai nilai yang diinginkan dan cenderung bagus dengan nilai -37,71977. Data hasil simulasi percobaan ketiga dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



(a)



(b)

Gambar 11 Nilai *return loss* (a) dan impedansi percobaan ketiga (b)

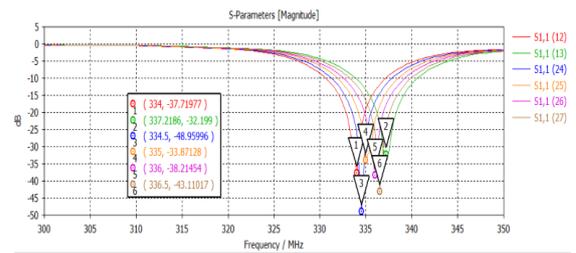
Rekapitulasi hasil percobaan pertama sampai ketiga dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Data hasil percobaan perubahan dimensi *groundplane*

Percobaan	Dimensi <i>Groundplane</i> (mm)	Impedansi (Ω)	Return Loss	Frekuensi Resonansi (MHz)
Awal	150 x 50	29,81	-2,50989	482
1	75 x 25	30,15	-11,35642	275
2	37,5 x 12,5	38,58	-17,48431	320
3	18,75 x 6,25	50,52	-37,71977	334

Dari tabel yang disajikan, perubahan dimensi pada *groundplane* antenna mikrostrip *meander line* memiliki dampak signifikan terhadap tingkat keselarasan (*matching*) antara impedansi *feedline* antenna dengan impedansi kabel yang akan digunakan. Hal tersebut dibuktikan melalui 3 kali percobaan perubahan dimensi *groundplane*. Pada percobaan ketiga, ketika dimensi *groundplane* diperkecil menjadi  $\frac{1}{6}$  dari ukuran awal, nilai impedansi antenna semakin mendekati 50 Ω dan nilai *return loss* semakin rendah, yaitu -37,71977. Hal ini menandakan bahwa perubahan dimensi *groundplane* berpengaruh terhadap *matching* antara antenna dengan kabel serta menghasilkan peningkatan nilai *return loss* yang lebih baik. Maka dari itu, perubahan dimensi *groundplane* dapat menjadi solusi untuk meningkatkan *matching* dan *return loss* antenna mikrostrip *meander line*.

Selanjutnya, untuk menemukan titik frekuensi resonansi yang diinginkan, diperlukan penyesuaian dimensi pada panjang *line patch* antenna mikrostrip *meander line*. Hal ini dilakukan dengan mengubah panjang *line patch* antenna, baik dengan menambahkan maupun mengurangnya. Pada tahap awal percobaan, perubahan dimensi panjang *line patch* antenna akan dilakukan dengan mengurangi ukuran panjangnya secara bertahap sebesar 0,1 mm dari 23,5 mm menjadi 23 mm. Hasil percobaan dapat dilihat pada grafik dan tabel di bawah ini.



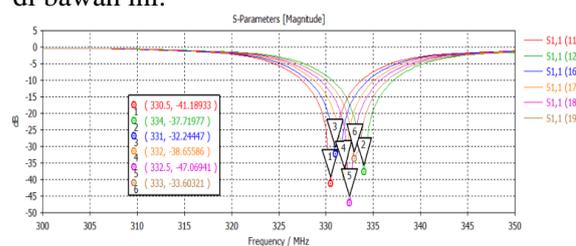
Gambar 12 Grafik perubahan frekuensi resonansi dengan mengurangi panjang *line patch* antenna

Tabel 3 Hasil simulasi perubahan frekuensi resonansi dengan mengurangi panjang *line patch* antenna

Percobaan	Panjang <i>Line Patch</i> (mm)	Impedansi (Ω)	Return Loss	Frekuensi Resonansi (MHz)
Awal	23,5	50,52	-37,71977	334
1	23,4	50,01	-48,95996	334,5
2	23,3	49,45	-33,87128	335
3	23,2	50,67	-38,21454	336
4	23,1	50,17	-43,11017	336,5
5	23	49,48	-32,51319	337

Berdasarkan tabel 3 di atas, pengurangan dimensi panjang *line patch* antenna menyebabkan kenaikan frekuensi resonansinya. Sementara itu, nilai impedansi tetap mendekati ideal sekitar 50 Ω meskipun terjadi perubahan pada panjang *line patch* antenna. Disisi lain, nilai *return loss* dari semua percobaan pada tabel 3 sangat bagus dan telah memenuhi kriteria yang diharapkan.

Dikarenakan frekuensi resonansi yang diinginkan belum tercapai, dilakukan percobaan kembali dengan menambahkan panjang *line patch* antenna sebesar 0,1 mm dari panjang awal 23,5 mm sampai 24 mm. Adapun data hasil uji coba perubahan panjang *line patch* antenna dengan menambahkan dimensi panjangnya dapat dilihat pada grafik dan tabel di bawah ini.

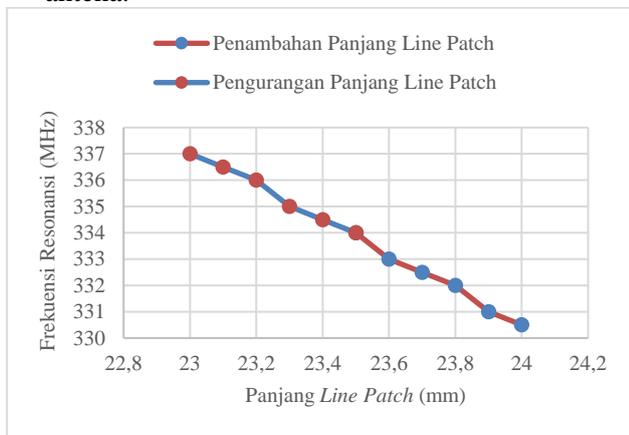


Gambar 13 Grafik perubahan frekuensi resonansi dengan menambahkan panjang *line patch* antenna

Tabel 4 Hasil simulasi perubahan frekuensi resonansi dengan menambahkan panjang *line patch* antenna

Percobaan	Panjang Line Patch (mm)	Impedansi (Ω)	Return Loss	Frekuensi Resonansi (MHz)
Awal	23,5	50,52	-37,71977	334
1	23,6	49,17	-33,60321	333
2	23,7	49,70	-47,06941	332,5
3	23,8	50,30	-38,65586	332
4	23,9	48,97	-32,24447	331
5	24	49,50	-41,18933	330,5

Berdasarkan tabel 4 di atas, penambahan dimensi panjang *line patch* antenna berpengaruh terhadap penurunan frekuensi resonansinya. Percobaan tersebut juga berhasil menemukan nilai frekuensi resonansi yang diinginkan, yaitu 332 MHz. Hal itu didapatkan ketika panjang *line patch* 23,8 mm dengan nilai *return loss* -38.65586. Sementara itu, nilai impedansi tetap mendekati ideal sekitar 50,30 Ω meskipun terjadi perubahan pada panjang *line patch* antenna.



Gambar 14 Grafik perbandingan penambahan dan pengurangan panjang *line patch*

Grafik di atas menyajikan perbandingan antara percobaan penambahan panjang *line patch* antenna dengan pengurangan panjangnya. Berdasarkan grafik tersebut, penambahan panjang pada *line patch* antenna menyebabkan frekuensi resonansi semakin menurun. Sebaliknya, ketika panjang *line patch* dikurangi, maka frekuensi resonansi akan semakin naik. Hal ini sesuai dengan teori panjang gelombang menggunakan rumus pada persamaan (5). Jika panjang *line patch* ditambahkan, maka panjang gelombang yang

cocok akan menjadi lebih panjang, yang berarti frekuensi kerja yang sesuai akan cenderung menurun. Sebaliknya, jika panjang *line patch* dikurangi, maka panjang gelombang yang sesuai akan menjadi lebih pendek, yang berarti frekuensi kerja yang sesuai akan cenderung meningkat. Pada percobaan awal dengan panjang *line patch* antenna sebesar 23,5 mm mempunyai nilai frekuensi resonansi 334 MHz. Sementara itu, frekuensi resonansi untuk peralatan *Glide Path* adalah 332 MHz. Maka dari itu, percobaan yang paling sesuai adalah dengan mengurangi panjang *line patch* antenna agar menemukan frekuensi resonansi yang diharapkan. Setelah dilakukan beberapa kali percobaan, frekuensi resonansi 332 MHz didapatkan pada panjang *line patch* antenna 23,8 mm.

## 5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan simulasi yang telah dilakukan, perubahan dimensi *groundplane* dan panjang *line patch* pada antenna mikrostrip *meander line* berpengaruh terhadap performa antenna tersebut. Perubahan dimensi *groundplane* mempengaruhi tingkat keselarasan (*matching*) antara impedansi *feedline* antenna dengan impedansi kabel yang akan digunakan. Dari uji coba dan simulasi yang dilakukan, pengurangan ukuran dimensi *groundplane* sebesar  $\frac{1}{6}$  dari ukuran awal membuat impedansi antenna mikrostrip *meander line* menjadi *matching* dengan impedansi kabel yang akan digunakan. Sementara itu, perubahan panjang *line patch* pada antenna mikrostrip *meander line* mempengaruhi frekuensi resonansi yang diinginkan. Berdasarkan hasil uji coba dan simulasi, penambahan panjang pada *line patch* antenna menyebabkan frekuensi resonansi semakin menurun. Sebaliknya, ketika panjang *line patch* dikurangi, maka frekuensi resonansi akan semakin naik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Poerwanto and U. Mauidzoh, "Analisis Kecelakaan Penerbangan di Indonesia untuk Peningkatan Keselamatan Penerbangan," *Jurnal Angkasa*, vol. VIII, no. 2, Nov. 2016.
- [2] International Civil Aviation Organization, "ICAO's Policies on Charges for Airports and Air Navigation Services," 2012.
- [3] F. Sabur, A. Bahrawi, and M. A. Raharjo, "Analisis Pengaruh Instrument Landing System (ILS) untuk Analysis of the Influence of Instrument Landing System (ILS) for Improving Safety Services in Haluleo Airport of Kendari," *Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, vol. 3, 2020.
- [4] M. A. Prasojo, Toni, and M. K. D. Utama, "Analisis Terputusnya Koneksi Remote Control Switching Unit (RCSU) pada Peralatan Middle Marker Merek Selex," *SPEKTRAL: Journal Of Communications, Antennas and Propagation*, vol. 4, no. 2, pp. 194–199, 2023.
- [5] Kementerian Perhubungan, "Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor : KP 35 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil," 2019.
- [6] Menteri Perhubungan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 29 Tahun 2013 Tentang Penyelenggara Pelayanan Telekomunikasi Penerbangan," 2013, [Online]. Available: [www.bphn.go.id](http://www.bphn.go.id)
- [7] E. Mella, M. Wildan, and B. Suherman, "Rancangan Antena Mikrostrip Dipole pada Perangkat Portable ILS/VOR Receiver Frekuensi 328,6 MHz sampai 335,4 MHz," *Jurnal Ilmiah Aviast Langit Biru*, vol. 12, no. 2, pp. 133–140, 2019.
- [8] B. H. Bagus, T. Warsito, Y. Suprpto, R. P. Diana, T. Telekomunikasi dan Navigasi Udara, and P. I. Penerbangan Surabaya Ji Jemur Andayani, "Desain dan Fabrikasi Antena Mikrostrip Meander Line  $1/2 \lambda$  pada Frekuensi VHF (Very High Frequency) untuk Komunikasi D2D," 2018.
- [9] P. M. Sihombing, "Perancangan Antena Mikrostrip Dual Band Profil Rendah Menggunakan Teknik DGS Dan Meander Line Untuk Aplikasi GNSS," *TRekRiTel (Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi): Jurnal Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 55–64, 2021, doi: 10.30596/trekritel.v1i1.412.
- [10] D. Dwiyanto, P. M. Sihombing, S. Novalianda, M. Z. Majaya, and A. S. Kesuma, "Antena Mikrostrip untuk Pita Frekuensi VHF A/G," *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, vol. 13, no. 02, pp. 135–143, Jan. 2024, doi: 10.47709/elektriase.v13i02.3482.
- [11] J. Ronaldo Sianipar, M. Wildan, and T. Firmansyah, "Design of Microstrip Meander Line Antenna for Frequency Resonance 332 MHz on Portable ILS/VOR Receiver for Navigation Aids," *Indonesian Journal of Education & Mathematical Science*, vol. 5, no. 1, pp. 12–18, 2024, doi: 10.30596/ijems.v5i1.16180.
- [12] N. A. Aboserwal, J. L. Salazar, J. A. Ortiz, J. D. Diaz, C. Fulton, and R. D. Palmer, "Source Current Polarization Impact on the Cross-Polarization Definition of Practical Antenna Elements: Theory and Applications," *IEEE Trans Antennas Propag*, vol. 66, no. 9, pp. 4391–4406, Sep. 2018, doi: 10.1109/TAP.2018.2845945.
- [13] S. Dase and I. Razak, "Rancang Bangun Antena Rectangular Microstrip Slot untuk Aplikasi LTE pada Band Frekuensi 800 MHz," pp. 5–10, 2018.
- [14] B. H. Bagus, T. Warsito, Y. Suprpto, R. P. Diana, T. Telekomunikasi dan Navigasi Udara, and P. I. Penerbangan Surabaya Ji Jemur Andayani, "Desain dan Fabrikasi Antena Mikrostrip Meander Line  $\lambda/2$  Pada Frekuensi VHF (Very High Frequency) untuk Komunikasi D2D," 2018.
- [15] B. Jeyapoornima, V. Chinnammal, S. Vanaja, J. J. J. Sheela, R. Krishnan, and Y. DEEPIKA, "DESIGN OF MEANDER LINE ANTENNA FOR FOETAL MOVEMENT DETECTION," in *2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, IEEE, Jul. 2021, pp. 416–419. doi: 10.1109/ICCES51350.2021.9489087.
- [16] D. Rusdiyanto, C. Apriono, and D. W. Astuti, "Analisis Parameter Antena Mikrostrip dengan Metode Split Ring Resonator pada Frekuensi L-Band," *JURNAL MATRIX*, vol. 10, no. 3, 2020.
- [17] A. Naufal, Muh. Wildan, and B. A. Atmaja, "Tindakan Perawatan Encoder Pada Radar MSSR INDRA IRS-20 MP/S Di Perum LPPNPI Cabang Pekanbaru," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4098.
- [18] P. Kumar, A. Kumar, and S. Bhattacharya, "Designing dual or multiband microstrip antenna with half-circular slot," in *2016 10th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)*, IEEE, Jan. 2016, pp. 1–3. doi: 10.1109/ISCO.2016.7726985.