

RANCANG BANGUN ANTENA DRONE BLOCKER JAMMER GUN DENGAN TEKNIK LPDA (LOG PERIODIC DIPOLE ARRAY) BERBASIS MIKROSTRIP UNTUK FREKUENSI 900 MHz 1,5 GHz dan 2,4 GHz

DRONE BLOCKER JAMMER GUN ANTENNA DESIGN USING MICROSTRIP-BASED LPDA (LOG PERIODIC DIPOLE ARRAY) TECHNIQUE FOR 900 MHz 1.5 GHz and 2.4 GHz FREQUENCIES

1st Garin Ardhana
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia

[email](#)

2nd Heroe Wijanto
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia

[email](#)

3rd Yussi Perdana Saputera
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia

[email](#)

Abstrak

Drone, atau pesawat tak berawak, saat ini sedang mengalami masa percepatan pengembangan. Drone berpotensi membahayakan privasi dan keamanan di wilayah tertentu karena kemampuannya dalam mengambil gambar tanpa izin, mengumpulkan informasi, melakukan sabotase, dan bahkan melakukan pemboman. Penanggulangan potensial terhadap ancaman ini dapat melibatkan penerapan drone jammer atau drone blocker. Penghalang atau jammer drone. Pengacau drone rata-rata dapat mempolarisasikan sinar sejauh ribuan meter pada sudut 30 derajat. Frekuensi operasional jammer drone tidak diragukan lagi adalah 2,4 GHz, mengingat di sinilah sebagian besar drone mengirimkan data dan melakukan kontrol.

Dari hasil simulasi yang dilakukan didapatkan pada frekuensi 900 MHz nilai return loss -23.48, nilai VSWR 1.14 dengan nilai gain 5.594 dBi. Pada frekuensi 1500 MHz nilai return loss -23.91, nilai VSWR 1.13 dengan nilai gain 5.008 dBi. Pada frekuensi 2400 MHz didapatkan nilai return loss -12.24, nilai VSWR 1.64 dengan nilai gain 6.41 dBi. Setelah melakukan simulasi dilakukan fabrikasi antena kemudian dilakukan pengukuran. Pada frekuensi 900 didapatkan nilai return loss -25.63 dengan nilai VSWR 1.1. Pada frekuensi 1500 MHz didapatkan return loss -19.4 dengan nilai VSWR 1.24. Pada frekuensi 2400 MHz didapatkan hasil return loss -19.44 dengan nilai VSWR 1.23. berdasarkan hasil simulasi dan

pengukuran hasil yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

Kata Kunci : Jammer Drone or Drone Blocker, Microstrip Antenna, LPDA

Abstract

Drones, or unmanned aircraft, are currently undergoing a period of accelerated development. Drones have the potential to jeopardize privacy and security in certain areas due to their ability to take unauthorized pictures, gather information, conduct sabotage, and even carry out bombings. A potential countermeasure to this threat could involve the implementation of a drone jammer or drone blocker. A drone jammer or barrier. The average drone jammer can polarize a beam for thousands of meters at a 30-degree angle. The operational frequency of a drone jammer is undoubtedly 2.4 GHz, given that this is where most drones transmit data and perform control.

From the simulation results, it was found that at a frequency of 900 MHz the return loss value was -23.48, the VSWR value was 1.14 with a gain value of 5,594 dBi. At a frequency of 1500 MHz the return loss value is -23.91, the VSWR value is 1.13 with a gain value of 5,008 dBi. At a frequency of 2400 MHz, the return loss value is -12.24, the VSWR value is 1.64 with a gain value of 6.41 dBi. After carrying out the simulation, the antenna is fabricated and then measurements are carried out. At a frequency of 900, the return loss value is -25.63 with a VSWR value of 1.1. At a frequency of 1500 MHz, a return loss of -19.4 is

obtained with a VSWR value of 1.24. At a frequency of 2400 MHz, the return loss result was -19.44 with a VSWR value of 1.23. based on simulation results and measurement results obtained in accordance with the specified specifications. The development of unmanned aircraft or more widely known as drones is now very rapid.

Keywords: Jammer Drone or Drone Blocker, Microstrip Antenna, LPDA

1. PENDAHULUAN

Sistem pesawat tak berawak (UAS) didefinisikan sebagai pesawat yang tidak memiliki personel, berfungsi dengan bantuan pengontrol, pilot, dan sistem komunikasi untuk melaksanakan operasi dengan cara yang aman dan efektif [1]. Kendaraan udara tak berawak sering kali dilambangkan dengan akronimUCAV (kendaraan udara tempur tak berawak), RPA (pesawat berawak jarak jauh), UAV (kendaraan udara tak berawak), dan UAS (sistem pesawat tak berawak). Dalam hal ini, jika UAS memasuki suatu wilayah yang merupakan wilayah vital Negara, maka wajib di jatuhkan. Drone tak bersenjata sebagian besar digunakan untuk tujuan pengintaian dan pengawasan. Dua varian UAS bersenjata digunakan oleh Amerika Serikat: Predator (MQ-1) dan Reaper (MQ-9). Untuk membedakannya dari model lain yang tidak bersenjata, keduanya kadang-kadang dilambangkan sebagaiUCAV. Penulis penelitian ini menggunakan singkatan UAS dalam banyak kasus, namun kadang-kadang menggantikan drone atau UAV sesuai dengan terminologi sumber referensi.

Tujuan utama pada tahap awal pengembangan UAS adalah untuk mengirimkan data intelijen secara real-time ke medan perang, melakukan pengawasan dan pengintaian, dan menggambarkan wilayah musuh. Selain

kemampuan tersebut, UAS juga mampu menyampaikan komunikasi, menetapkan target, dan melancarkan serangan bermuatan amunisi. Secara umum, istilah "drone" sering digunakan dalam bahasa sehari-hari, sementara istilah UAV atau RPA lebih umum digunakan dalam konteks profesional, terutama militer. Keduanya dapat digunakan secara bersamaan untuk merujuk pada UAS. Menjamurnya penggunaan UAS dibarengi dengan perluasan keragaman aplikasinya, khususnya yang dilengkapi dengan kamera. Penerapan UAS bergantung pada kebutuhan pengguna, dimana misi tertentu menghasilkan hasil yang menguntungkan sementara yang lain mengejar tujuan yang kurang diinginkan. Beragam pertanyaan pun muncul terkait pengoperasian UAS yang dilengkapi kamera. Pertanyaannya mencakup hal-hal berikut: "Bolehkah paparazzi drone menggunakan sistem udara tak berawak (UAS) untuk mengambil foto pernikahan dengan drone?" "Apakah sah menggunakan UAS untuk memotret perempuan di dalam kediamannya?"; "Apakah pemerintah atau kepolisian berwenang melakukan penyadapan untuk kepentingan penegakan hukum?"; dan "Bolehkah perusahaan komersial memotret objek tertentu dengan tujuan menjualnya kepada penawar tertinggi?" Karena kekhawatiran mengenai hak privasi individu terkait penggunaan UAS, pertanyaan tersebut muncul. Terlepas dari berbagai keuntungannya, pengoperasian UAS memiliki banyak kerentanan keamanan. Mengoperasikan sistem udara tak berawak (UAS) membawa berbagai risiko, termasuk tabrakan di udara dengan pesawat yang dipiloti, rawan kebakaran, kerusakan UAV, kehancuran properti, dan potensi cedera tubuh yang parah atau kematian pada manusia [1].

TEMPO.CO di Jakarta Senin, 2 Januari 2023, infrastruktur penting di ibu kota Ukraina, Kyiv, dan sekitarnya dilanda serangkaian serangan drone Rusia. Serangan tersebut secara resmi diverifikasi, dan Rusia mempertahankan kampanye pemboman berkelanjutan hingga hari kedua tahun 2023. 20 objek udara dihancurkan oleh sistem pertahanan udara Ukraina di Kyiv pada hari Senin pukul 3 pagi waktu setempat. “Wilayah dan ibu kota dipenuhi dengan suara gemilang serangan drone di malam hari.” Berbagai gelombang drone Iran diluncurkan oleh Rusia dalam upaya menargetkan fasilitas infrastruktur penting. “Pertahanan udara sudah beroperasi,” Oleksiy Kuleba, gubernur Kiev, menulis melalui Telegram.

Serangan objek vital dewasa ini sudah tidak menggunakan fisik lagi, melainkan melakukan pemanfaatan drone dengan membawa peledak, Oleh karena itu perlu adanya suatu sistem yang dapat melumpuhkan dari serangan Drone pada objek vital, drone bekerja pada frekuensi 900 MHz, 2,4 dan 1,5 GHz, dalam penelitian ini akan di kembangkan antena yang mampu bekerja pada ke 3 frekuensi tersebut di mana jammernya merupakan produk dari PT. Radar Telekomunikasi Indonesia. Tujuan dari perancangan antena pada tugas akhir ini adalah untuk membuat suatu perangkat yang mampu memblokir drone jammer pada frekuensi 900 MHz, 1,5 GHz, dan 2,4 GHz. Perangkat harus menggunakan teknik LPDA berbasis mikrostrip dan memiliki gain minimal 4-6 dB dan return loss -10 dB. Penting untuk dicatat bahwa substrat FR4 digunakan untuk simulasi dan desain Perangkat Lunak Simulasi Pemodel 3D. Penelitian ini diselesaikan dengan menggunakan pendekatan eksperimental yang terdiri dari fase-fase berupa studi literatur, simulasi dan

perancangan, realisasi, pengukuran dan pengujian, serta analisis dan evaluasi.

2. DASAR TEORI

2.1 Drone Blocker PT. Telkom Indonesia

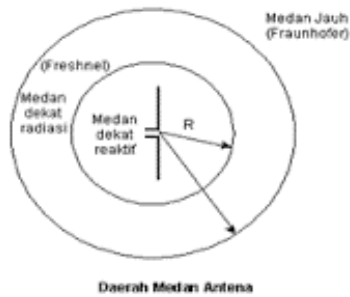
Saat ini PT Radar Telekomunikasi Indonesia (RTI) sedang memperkembangkan produk drone blocker yang berupa senjata yang mudah dibawa ke mana saja, menggunakan baterai.



Gambar 1. Desain Drone Blocker PT. RTI Tampak Depan Samping

2.2 Antena

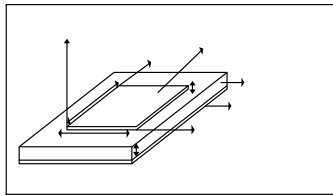
Antena berfungsi sebagai transduser dengan mengubah arus listrik bolak-balik (AC) menjadi gelombang elektromagnetik. dengan demikian, pada dasarnya mereka adalah perangkat yang mampu menghasilkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Ketika gelombang elektromagnetik bergerak dari pemancar ke penerima yang berada jauh, energinya mengalami penurunan sehingga kekuatan sinyal berkurang saat diterima oleh penerima. Untuk menjamin penerimaan sinyal yang akurat oleh penerima, penting untuk mempertimbangkan karakteristik dasar antena termasuk penguatan, pola radiasi, polarisasi, dan pengarahan [11]. Antena terdiri dari tiga wilayah elektromagnetik yang berbeda: medan dekat, medan jauh, dan medan reaktif.



Gambar Error! No text of specified style in document.. Daerah Medan Elektromagnetik Antena [11].

2.3 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah jenis antena yang beroperasi pada frekuensi sangat tinggi dan berbentuk papan tipis. Untuk membuat antena mikrostrip, digunakan substrat dengan struktur tiga lapis. Lapisan-lapisan tersebut adalah trace atau konduktor, dielektrik dan groundplane [12].



Gambar 3. Elemen Dasar Antena Mikrostrip

2.4 Parameter Antena

Untuk mencapai kinerja optimal dari sebuah antena, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan. Parameter antena ini merupakan karakteristik atau referensi yang memastikan antena beroperasi secara efektif. Beberapa parameter antena meliputi:

a. Impedansi

Impedansi antena adalah resistansi yang timbul ketika arus listrik mengalir melalui antena. Nilai impedansi ini sangat mempengaruhi kinerja antena. Untuk mengetahui impedansi antena, dapat

menggunakan koefisien pantul dengan persamaan [11][17]:

$$\Gamma = \frac{Z_A - Z_0}{Z_A + Z_0}$$

dimana :

Z_0 = Impedansi Saluran (Ω)

Z_A = Impedansi Antena (Ω)

Γ = Koefisien pantul

Untuk mencapai transfer daya yang optimal, impedansi antena dan impedansi saluran transmisi perlu memiliki nilai yang sama, sebagaimana dinyatakan dalam persamaan (2.28). Kegagalan memenuhi kondisi ini akan mengakibatkan pantulan energi yang dikirim atau diterima dengan besaran $0 \leq |\Gamma| \leq 1$. Konvensi desain antena menyatakan bahwa impedansi masukan antara 50 dan 75.

b. VSWR

VSWR, atau Rasio Tegangan Gelombang Berdiri, mengukur perbedaan tegangan antara titik tegangan maksimum dan minimum selama gelombang berdiri. Fenomena ini muncul dari pantulan gelombang, yang disebabkan oleh ketidaksesuaian impedansi antara saluran pengumpan dan antena masukan. [11] [12].

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{V^+ + V^-}{V^+ - V^-} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

Dengan $0 \leq |\Gamma(z)| \leq 1$, sehingga nilai

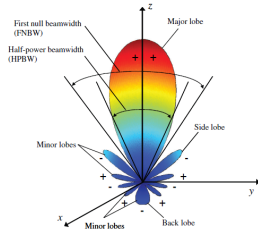
VSWR adalah $1 \leq VSWR \leq \infty$ Return

loss = $20 \log |\Gamma|$

Dimana: Γ = Koefisien refleksi

c. Pola Radiasi

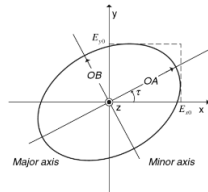
Pola radiasi antena merupakan representasi grafis yang menggambarkan karakteristik radiasi antena pada medan jauh terhadap orientasinya.



Gambar 4. Pola Radiasi Antena dan Beamwidth [11]

d. **Polarisasi**

Antena didesain untuk terpolarisasi pada arah yang diinginkan. Komponen medan listrik pada arah polarisasi yang diinginkan disebut komponen co-polar. Komponen pada arah polarisasi yang tidak diinginkan, biasanya tegak lurus dengan arah polarisasi yang diinginkan, disebut komponen cross-polar [11].



Gambar 5. Sumbu Utama dan Sumbu Kecil Polarisasi Elips [11]

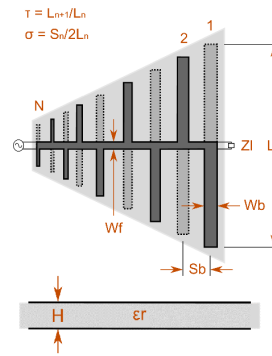
e. **Gain**

Gain adalah parameter antena yang mengukur kemampuan antena untuk menerima atau mengirimkan sinyal dari arah tertentu atau untuk memusatkan radiasi sinyalnya. Selain itu, penguatan dapat didefinisikan sebagai sejauh mana antena memusatkan energi yang dipancarkannya. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.16, transformator $\lambda/4$ tambahan dan resistor isolasi diperlukan untuk meningkatkan bandwidth.

$$Z_{0 \lambda/4} = \sqrt{100 \times 50} = 70,7 \Omega$$

3. **PERANCANGAN DAN SIMULASI**

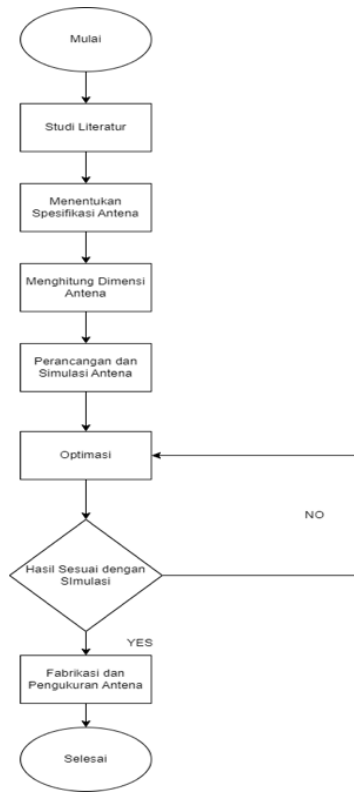
Pengembangan dan Konstruksi Antena Jammer Gun Antena Mikrostrip untuk Pemblokir Drone Dengan menggunakan Perangkat Lunak Simulasi Pemodel 3D, penelitian ini menyelidiki pemanfaatan Teknik LPDA Berbasis Mikrostrip pada frekuensi 900 MHz, 1,5 GHz, dan 2,4 GHz untuk merancang dan menganalisis secara komprehensif sistem antena. Menganalisis parameter antena, menghitung parameter S, VSWR, gain, polarisasi, dan polarisasi radiasi, atau mempelajari antena dalam tiga dimensi menggunakan koordinat kutub dan kartesius, aplikasi ini sangat membantu para perancang antena. Fitur perangkat lunak memfasilitasi proses analisis elektromagnetik. Rancangan Sistem Antena Drone Blocker Jammer Gun Dengan Teknik LPDA Berbasis Mikrostrip untuk Frekuensi 900 MHz 1,5 GHz dan 2,4 GHz.



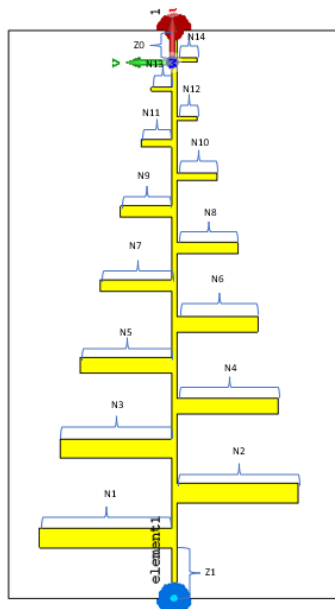
Gambar 6. Skema Rancangan Tugas Akhir Karakteristik antena optimal:

- Bahan Substrat: FR4 Epoxy
- Frekuensi kerja: 900 MHz, 1500 MHz dan 2400 MHz
- Impedansi: 50 Ω
- Integrasi Antar Antena: Konektor
- Metode: LPDA
- Pola Radiasi: Unidireksional
- Polarisasi: Linear Vertikal
- Return Loss: < -10

- VSWR: < 2



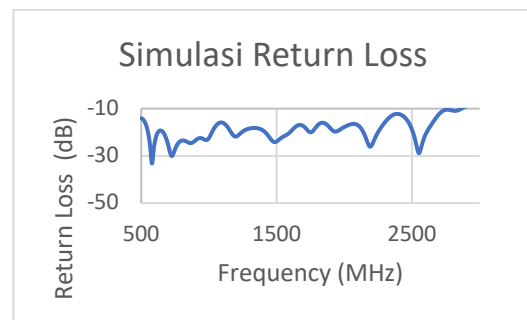
Gambar 7. Flowchart Perancangan



Gambar 8. Dimensi Antena Sesuai dengan Perhitungan

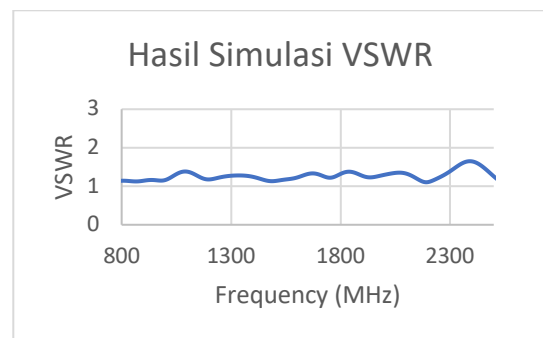
4. Hasil Simulasi

Setelah melakukan Perhitungan parameter yang akan digunakan pada Tugas akhir, maka dilakukan perancangan antenna pada Software Simulasi 3D Modeler desain antenna, pada Tugas akhir dilakukan pengujian pada 3 frekuensi berbeda yaitu 900 Mhz, 1500 Mhz, dan 2400 Mhz. Setelah melakukan simulasi didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 9. Hasil Return Loss

Gambar 9. merupakan hasil simulasi antenna sesuai dengan perhitungan, Hasil Return Loss pada frekuensi 900 MHz sebesar -23.48124 dB , frekuensi 1500 MHz sebesar -23.91343 dB , frekuensi 2400 MHz sebesar -12.24482 dB. Dari Hasil Simulasi tersebut, hasil yang didapat sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.



Gambar 10. Hasil VSWR

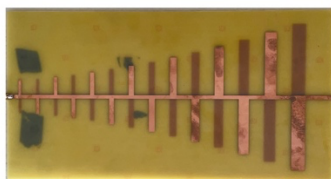
Gambar 10. merupakan hasil simulasi antenna sesuai dengan perhitungan, Hasil VSWR pada frekuensi 900 MHz sebesar 1.143574, frekuensi 1500 MHz sebesar 1.136131, frekuensi 2400 MHz sebesar 1.646229. Dari Hasil Simulasi tersebut, hasil yang didapat sudah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

	Frekuensi		
	900 MHz	1500 MHz	2400 MHz
Gain	5.594 dBi	5.008 dBi	6.417 dBi
Pola Radiasi	Bidireksional	Bidireksional	Bidireksional

Tabel 11. Hasil Simulasi Antena

Pada Tabel diatas merupakan hasil simulasi gain dan pola radiasi Antena LPDA. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa pola radiasi antena LPDA merupakan bidireksional pada frekuensi 900 MHz, 1500 MHz, dan 2400 MHz. Dari Hasil simulasi didapatkan hasil parameter gain pada frekuensi 900 MHz sebesar 5.594 dBi, 1500 MHz sebesar 5.008 dBi , 2400 MHz sebesar 6.417 dBi.

5. Pengukuran dan Analisis

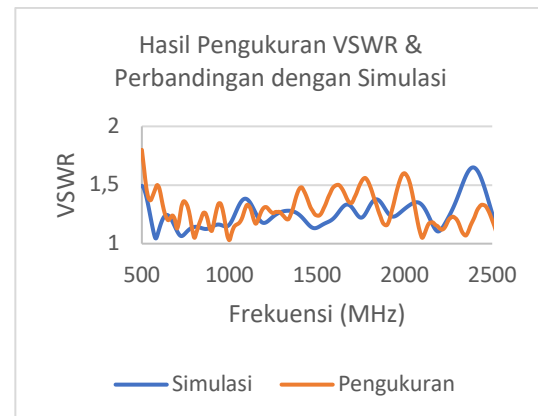


Gambar 12. Realisasi Antena

5.1 Pengukuran VSWR

Pengukuran VSWR dilakukan di medan dekat menggunakan alat ukur *Virtual Network Analyzer*. Pengukuran VSWR dilakukan pada

multi frekuensi yaitu pada 900 MHz, 1500 MHz, dan 2400 MHz.

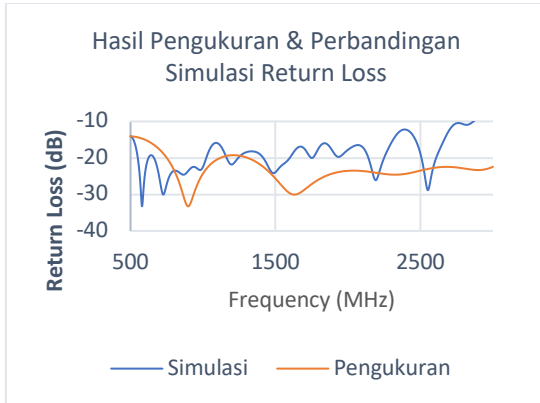


Gambar 13. Hasil Pengukuran VSWR

Dari Gambar 13. terlihat hasil pengukuran pada frekuensi kerja 900 MHz, 1500 MHz, dan 2400 MHz. Pada frekuensi 900 MHz didapatkan hasil VSWR 1.1 . Dibandingkan hasil simulasi dengan pengukuran didapatkan nilai yang sama dan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Pada frekuensi 1500 MHz didapatkan hasil VSWR 1.24 . Dibandingkan hasil simulasi dengan pengukuran didapatkan nilai yang berbeda yaitu kenaikan nilai VSWR pada saat melakukan pengukuran pada antena fabrikasi. Pada frekuensi 2400 MHz didapatkan hasil VSWR 1.23 . Dibandingkan hasil simulasi dengan pengukuran didapatkan nilai yang berbeda yaitu mengalami penurunan nilai VSWR atau dengan kata lain performasnsi antena pada frekunesi ini membaik. Perubahan nilai VSWR pada antena disebabkan oleh beberapa hal seperti proses fabrikasi antena yang tidak sempurna dan ketidaksesuaian kondisi pada pengukuran dan hal hal yang tidak dapat ditentukan, namun antena masih sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan.

5.2 Pengukuran Return Loss

Pengukuran Return Loss dilakukan di medan dekat menggunakan alat ukur *Virtual Network Analyzer*. Pengukuran Return Loss dilakukan pada multi frekuensi yaitu pada 900 MHz, 1500 MHz, dan 2400 MHz.



Gambar 14. Hasil Pengukuran Return Loss

Dari Gambar 14. Return Loss pada gambar terlihat hasil pengukuran pada frekuensi kerja 900 MHz, 1500 MHz, dan 2400 MHz. Pada frekuensi 900 MHz didapatkan hasil Return Loss -25.63 dB. Dibandingkan hasil simulasi dengan pengukuran didapatkan nilai yang sama dan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Pada frekuensi 1500 MHz didapatkan hasil Return Loss -19.40 dB. Dibandingkan hasil simulasi dengan pengukuran didapatkan nilai yang berbeda yaitu kenaikan nilai Return Loss pada saat melakukan pengukuran pada antenna fabrikasi. Pada frekuensi 2400 MHz didapatkan hasil Return Loss -19.44 dB. Dibandingkan hasil simulasi dengan pengukuran didapatkan nilai yang berbeda yaitu mengalami penurunan nilai VSWR atau dengan kata lain performansi antenna pada frekuensi ini membaik. Perubahan nilai VSWR pada antenna disebabkan oleh beberapa hal seperti proses fabrikasi antenna yang tidak sempurna dan ketidaksesuaian kondisi pada pengukuran dan hal hal yang tidak dapat

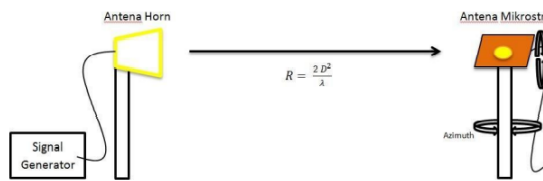
ditentukan, namun antenna masih sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan.

5.3 Pengukuran Pola Radiasi

Adapun prosedur pengukuran Pola Radiasi adalah sebagai berikut:

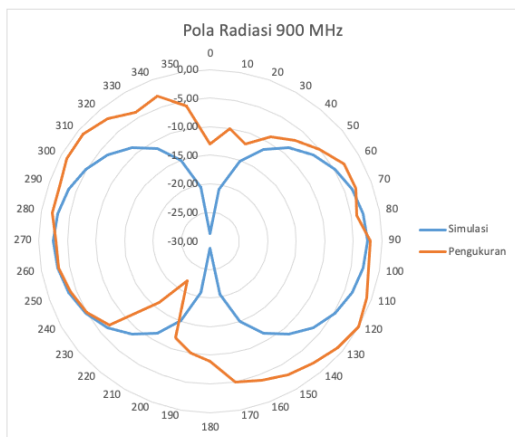
- Susunlah alat ukur sesuai dengan konfigurasi pada gambar, atur jarak Antenna Under Test dengan antenna referensi
- Hubungkan signal hound ke Antenna Under Test dan Antenna Tx ke Signal Generator dengan kabel SMA to SMA
- Hubungkan signal Hound ke Personal Computer atau Laptop, kemudian lakukan setting pada aplikasi Spike dengan frekuensi kerja yang ditentukan
- Nyalakan Signal Generator, kemudian setting pada frekuensi yang ditentukan dan Power transmit 0 dBm
- Untuk pengukuran pola radiasi, putar masting Antena Under Test dengan arah Azimuth dan Elevasi masing masing 10^0 , Catat level daya terima yang terbaca di personal computer,
- Untuk pengukuran Polarisasi, ketika kita sudah melakukan pengukuran pola radiasi dan melakukan plor ke grafik radar, maka kita akan tau arah pancaran antenna yang paling besar. Kemudian arahkan antenna ke arah pancaran tersebut kemudian putar secara rotasi antenna under test masing masing 10^0 , catat level daya terima yang terbaca di personal komputer
- Untuk pengukuran *gain* sama dengan pengukuran polarisasi, namun yang membedakannya kita melakukan

penetapan perubahan daya terima dengan kurung waktu 10 detik.



Gambar 14. Susunan Alat-Alat Dalam Pengukuran

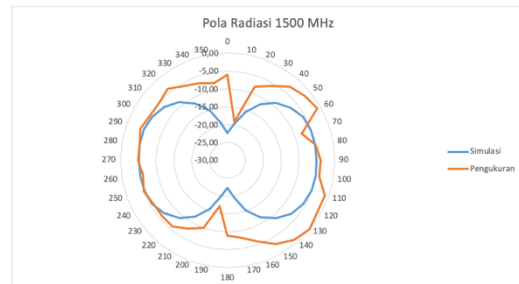
Pola radiasi dinilai dalam azimuth dan elevasi melintasi jarak medan jauh dalam penelitian ini melalui penerapan rotasi tiang antenna dengan kelipatan 10^0 . Lihat gambar untuk perbandingan hasil simulasi dan pengukuran.



Gambar 15. Hasil Pengukuran Pola Radiasi pada frekuensi 900 MHz

Hasil pengukuran pola radiasi pada bidang azimuth pada frekuensi kerja 900 MHz dengan daya maksimum pada sudut 120^0 dan daya minimum pada sudut 220^0 digambarkan pada Gambar 4.4. Hasil pengukuran menunjukkan pola radiasi dua arah. Grafik berwarna biru mewakili hasil simulasi desain antenna. Daya maksimum dihasilkan pada sudut 270 derajat dan 90 derajat pada simulasi, sedangkan daya minimum dihasilkan pada sudut 180 derajat dan 0 derajat. Hasil yang didapatkan pada simulasi

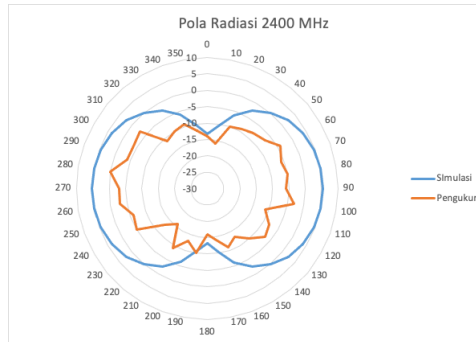
dan pengukuran memiliki bentuk yang mirip yaitu bidirectional.



Gambar 16. Hasil Pengukuran Pola Radiasi pada Frekuensi 1500 MHz

Hasil pengukuran pola radiasi pada bidang azimuth pada frekuensi kerja 1500 MHz dengan daya maksimum pada sudut 130^0 dan daya minimum pada sudut 10^0 digambarkan pada Gambar 4.5. Hasil pengukuran menunjukkan pola radiasi dua arah. Grafik berwarna biru mewakili hasil simulasi desain antenna. Daya maksimum dihasilkan pada sudut 280 derajat dan 100 derajat dalam simulasi, dan daya minimum dihasilkan pada sudut 180 derajat dan 0 derajat.

Pola radiasi dinilai dalam azimuth dan elevasi melintasi jarak medan jauh dalam penelitian ini melalui penerapan rotasi tiang antenna dengan kelipatan 100. Lihat gambar untuk perbandingan hasil simulasi dan pengukuran. hasil yang didapatkan pada simulasi dan pengukuran memiliki bentuk yang mirip yaitu bidirectional.



Gambar 17. Hasil Pengukuran Pola Radiasi pada Frekuensi 2400 MHz

Hasil pengukuran pola radiasi pada bidang azimuth pada frekuensi kerja 2400 MHz dengan daya maksimum pada sudut 280° dan daya minimum pada sudut 10° digambarkan pada Gambar 4.6. Hasil pengukuran menunjukkan pola radiasi dua arah. Grafik berwarna biru mewakili hasil simulasi desain antenna. Daya maksimum dihasilkan pada sudut 270 derajat dan 90 derajat pada simulasi, sedangkan daya minimum dihasilkan pada sudut 180 derajat dan 0 derajat. Hasil simulasi dan pengukuran menunjukkan konfigurasi yang sebanding, khususnya dua arah.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari seluruh rangkaian proses desain, simulasi, fabrikasi, dan pengukuran antenna pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut

- Antena yang dirancang untuk drone blocker jammer gun dengan teknik LPDA berbasis mikrostrip pada frekuensi 900 MHz, 1500 MHz, dan 2400 MHz telah direalisasikan dan telah memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan.
- Pada hasil simulasi yang dilakukan didapatkan pada frekuensi 900 MHz nilai return loss -23.48, nilai VSWR 1.14 dengan

nilai gain 5.594 dBi. Pada frekuensi 1500 MHz nilai return loss -23.91, nilai VSWR 1.13 dengan nilai gain 5.008 dBi. Pada frekuensi 2400 MHz didapatkan nilai return loss -12.24, nilai VSWR 1.64 dengan nilai gain 6.41 dBi. Pada ketiga frekuensi kerja yang ditentukan hasil pola radiasi yang didapatkan adalah bidireksional.

- Pada frekuensi 900 didapatkan nilai return loss -25.63 dengan nilai VSWR 1.1. Pada frekuensi 1500 MHz didapatkan return loss -19.4 dengan nilai VSWR 1.24. Pada frekuensi 2400 MHz didapatkan hasil return loss -19.44 dengan nilai VSWR 1.23. Pada ketiga frekuensi kerja yang ditentukan hasil pola radiasi yang didapatkan adalah bidireksional.
- Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan.
- Antena yang dirancang memiliki performansi terbaik pada frekuensi 900 MHz.
- Perbedaan hasil simulasi dan pengukuran dapat terjadi karena terjadi kesalahan dalam proses fabrikasi, memasang port pada catuan, dan kesalahan lain yang tidak dapat diperkirakan.
- Secara keseluruhan hasil parameter yang dapat bekerja dengan baik dan dapat direalisasikan pada drone jammer.

6.2 Saran

Antena yang dihasilkan masih bisa dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut. Saran untuk peneliti dan pengembang selanjutnya agar mendapatkan performansi antenna yang lebih baik lagi, yaitu:

- Dalam desain perancangan antenna dilakukan menggunakan teknik yang

berbeda untuk mendapatkan parameter untuk drone blocker jammer.

- Melakukan kalibrasi alat ketika melakukan pengukuran.
- Menggunakan teknik yang lain untuk mengurangi dimensi antena, karena antena merupakan antena wearable untuk drone blocker jammer.

REFERENSI

- [1] Dokumen PT. Radar Telekomunikasi Indonesia
- [2] B. S. Ali, "System Specifications for Developing an Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (Drone Blocker) Monitoring System," *Int. J. Crit. Infrastruct. Prot.*, p. 2, 2015.
- [3] A. Abdulaziz, A. S. Yaro, A. A. Adam, M. T. Kabir, and H. B. Salau, "Optimum Receiver for Decoding Automatic Dependent Surveillance Broadcast (Drone Blocker) Signals," *Am. J. Signal Process.*, pp. 23–31, 2015.
- [4] R. Garg, *Microstrip Antenna Design Handbook*. Artech House, 2001.
- [5] J. Wiley and Sons, *Antenna Theory Second Edition*. C. A. Balanis, 1938.
- [6] Ristekdikti, "Sistem Pemantau Penerbangan Nir Radar Berbasis Drone Blocker Buatan dalam Negeri," *Kementrian Ris. Teknol. dan Pendidik. Tinggi*, 2016.
- [7] D. G. Fang, "Antenna Theory and Microstrip Antennas," 2017.
- [8] Essa Alkautsar Suteja, *Perancangan Antena Mikrostrip untuk Penerima Sinyal Drone Blocker Pada Satelit Nano*, Bandung: Universitas Telkom, 2018.
- [9] H. D. B. Islam, "Rancangan Antena RTL-SDR R820T2 Untuk Receiver Automatic Dependent Surveillance Broadcast Guna Meningkatkan Pelayanan Navigasi Penerbangan di Bandar Udara Internasional Lombok", Program Studi Teknik Navigasi Udara, Jurusan Teknik Penerbangan Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia.
- [10] THALES. 2007. *Technical Manual ADSB ground station AS680/682 and RCMS*. Stuttgart.
- [11] J. D. Krauss, *Antennas.*, united states: Wiley Inter Science, 1998.
- [12] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design 3rd Edition*. United Science, Wiley Inter Science, 2005.
- [13] Yussi Perdana Saputera, dkk, "Small antenna using transmission line uniform for X-band navigation radar", 2015 International Workshop on Antenna Technology, iWAT 2015 vol. , 23 December 2015.
- [14] Yussi Perdana Saputera, dkk, *Proceedings of 2014 8th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applicati* vol. , 23 March 2015.
- [15] Yussi Perdana Saputera, dkk, *Compact power combiner integrated with coupler and microstrip cavity filter for x-band surveillance radar*", *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)* vol. 15, March 2017.