

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP CIRCULAR PATCH MENGUNAKAN INSERT FEEDING PADA FREKUENSI L-BAND UNTUK APLIKASI PSR

Bambang Bagus Harianto¹, Nyaris Pambudiyatno², Pribadi asih³, Bambang Junipitoyo⁴

^{1,2,4} Politeknik Penerbangan Surabaya

³ Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

E-mail: bambangfazardy@gmail.com

Abstrak

Frekuensi L-Band merupakan frekuensi yang berkerja dengan rentan frekuensi 1 sampai 2 GHz, salah satu aplikasi yang digunakan pada L-Band dalam dunia penerbangan adalah PSR (*primary surveillance radar*). Pada dokumen ICAO 4444 *PANS-ATM* menjelaskan bahwa PSR merupakan peralatan untuk mendeteksi dan mengetahui posisi dan data target yang ada di sekelilingnya secara pasif, dimana pesawat tidak ikut aktif jika terkena pancaran sinyal RF radar primer. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah antenna PSR dengan frekuensi 1300 MHz, dengan menggunakan bahan dasar yang murah, ringan dan mempunyai tingkat efisiensi yang tinggi yakni antenna mikrostrip. Desain rancangan antenna dibuat secara simulasi yang berkerja pada frekuensi 1.09 GHz, bahan substrat terbuat dari Fr-4 yang memiliki nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) sebesar 4.3, sedangkan bahan patch terbuat dari bahan copper dengan patch berbentuk circular. Ukuran antenna mempunyai patch dengan jari-jari sebesar 32.1 mm dan ukuran groundplane sebesar 102.364 x 74.8 mm. Metode feeding yang digunakan yaitu feedline yang mempunyai lebar sebesar 3.11 mm dan panjang mempunyai ukuran sebesar 27.823 mm. Untuk mendapatkan nilai yang akurat pada frekwensi 1300 MHz, metode sweep dilakukan pada patch dengan mengubah ukuran lebar dan panjang patch. Dari hasil simulasi di dapatkan Nilai S-Parameter berada pada -17 dB dan nilai VSWR mempunyai nilai sebesar 1.3. Sehingga mengindikasikan antenna mempunyai efisiensi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untk membuat sebuah inovasi antenna yang berbahan dasar murah serta mempunyai efisiensi yang tinggi.

Kata Kunci : Antena Mikrostrip, *Primary Surveillance Radar*, *patch circular*, L-Band

Abstract

The L-Band frequency is a frequency that works with a frequency of 1 to 2 GHz. One of the applications used in the L-Band in the world of aviation is PSR (primary surveillance radar). In the ICAO 4444 PANS-ATM document, it explains that PSR is a device to passively detect and know the position and data of targets around it, where the aircraft does not actively participate if it is exposed to primary RF radar signals. In this study, the aim of this research is to make a PSR antenna with a frequency of 1300 MHz, using basic materials that are cheap, lightweight and have a high level of efficiency, namely a microstrip antenna. The antenna design design is simulated which works at a frequency of 1.09 GHz, the substrate material is made of Fr-4 which has a dielectric constant (ϵ_r) value of 4.3, while the patch material is made of copper with a circular patch. The size of the antenna has a patch with a radius of 32.1 mm and a groundplane size of 102,364 x 74.8 mm. The feeding method used is a feedline which has a width of 3.11 mm and a length of 27,823 mm. To get an accurate value at a frequency of 1300 MHz, the sweep method is carried out on

the patch by changing the width and length of the patch. From the simulation results, the S-Parameter Value is obtained at -17 dB and the VSWR value has a value of 1.3. So that indicates the antenna has a high efficiency. This research aims to create an innovative antenna which is made from cheap and high efficiency.

Keywords : *Microstrip Antenna, Primary Surveillance Radar, patch circular, L-Band*

PENDAHULUAN

Pada saat ini dunia sedang mengembangkan mikrostrip dengan patch berbentuk geometri seperti circle, triangular, pentagon bahkan hexagon seperti yang dilakukan oleh Abhishek Joshi yang membuat sebuah penelitian perbandingan berbagai macam bentuk patch (rectangular, triangular, circle, pentagon, dan hexagon) untuk aplikasi L-Band. Penggunaan spectrum frekuensi diatur dalam *International Telecommunication Union* (ITU) seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 dibawah, frekuensi L-Bnad termasuk frekuensi yang relative rendah sehingga mempermudah dalam proses komunikasi serta peralatan RF yang tergolong sederhana.

Table 1. Alokasi Frekuensi

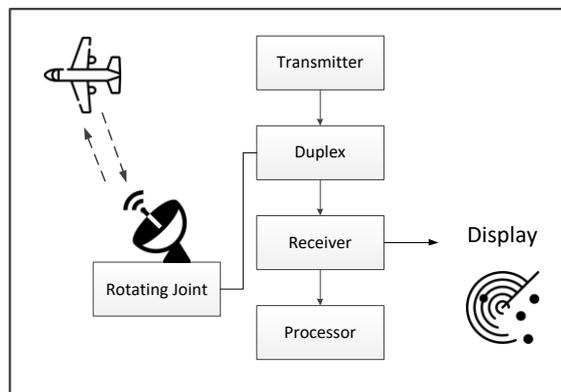
No	Band	Frequency (GHz)
1	L	1-2
2	S	2-4
3	C	4-8
4	X	8-12
5	Ku	12-18
6	K	18-27
7	Ka	27-40
8	V	40-75
9	W	75-110

Radar yang digunakan pada dunia penerbangan sipil diantaranya Primer Surveillance Radar (PSR), Secondary Surveillance Radar (SSR) hingga Precision Approach Radar (PAR) yang terletak pada sekitar bandara. PSR dan SSR berkerja dalam satu sistem elektronik dengan antenna yang terpisah pada satu tiang dan berputar secara vertical, meskipun PSR dan SSR terintegrasi dengan sistem yang sama namun kedua jenis radar baik PSR maupun SSR mempunyai cara kerja berbeda. Pada PSR sifatnya aktif dan pesawat yang ditargetkan sifatnya pasif. Karena PSR hanya menerima pantulan gelombang radio dari refleksi pesawat tersebut (echo). Sedangkan pesawat itu sendiri tidak ikut aktif dengan pancaran sinyal radar di bawah.

Pada SSR, baik radar maupun pesawat kedua-duanya aktif. Hal ini dapat dilakukan karena pesawat terbang telah dilengkapi dengan transponder. Pesawat-pesawat yang tidak dilengkapi transponder tidak akan dapat dilihat pada radar scope seperti identifikasi pesawat, ketinggiannya, dan lain-lain.

Sistem pengamatan (RADAR) adalah sumber yang dinamis informasi tentang situasi udara, data mereka berfungsi sebagai dasar untuk pengambilan keputusan yang digunakan oleh ATC (*air traffic controller*). Sistem pengolahan data dari sistem pengawasan ini terhubung langsung ke sumber sinyal, yang menyediakan informasi sebagai berikut.

- Pendeteksi sinyal berguna untuk mengetahui benda yang ada diudara;
- Estimasi parameter sinyal yang diterima;
- Pengukuran koordinat dan parameter udara benda bergerak;



Gambar 1. PSR Basic Block diagram

Antena mikrostrip berkembang begitu pesat mulai tahun 1950-an sehingga hingga saat ini sudah banyak makalah dan jurnal yang membahas tentang antena tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk membuat antena yang ringan dan murah yang nantinya akan direalisasikan dalam dunia penerbangan khususnya di Indonesia. Antena mikrostrip terdiri dari 3 bahan utama yaitu patch patch yang menjalar pada salah satu sisi substrat dielektrik yang memiliki bidang ground. Bentuk patch pada antena mikrostrip terdiri dari berbagai macam antara lain persegi, persegi panjang, elips dan melingkar Metode feeding pada antena mikrostrip terdapat berbagai metode yang terbagi menjadi dua yaitu contacting (terkoneksi) dan non-contacting (tidak terkoneksi). Pada metode contacting (terkoneksi) daya RF langsung disalurkan pada patch dan akan dipancarkan seperti jalur mikrostrip sedangkan pada metode non contacting dilakukan penggandengan medan elektromagnetik untuk mentransfer daya antara jalur mikrostrip dan patch yang akan memancar. Pembahasan kali ini akan membahas 4 metode antena mikrostrip, yaitu microstrip line feed, proximity fed microstrip probe microstrip feed, selain kopling

microstrip. Pada penelitian ini akan digunakan patch persegi panjang dan metode feeding yang digunakan adalah feed line. Parameter terpadat pada antenna mikrostrip adalah; S-Parameter digunakan untuk mengkarakterisasi rangkaian frekuensi tinggi daripada impedansi atau parameter penerimaan. Ini digunakan untuk memodelkan jaringan listrik linier N-port, sedangkan saluran umpan digunakan untuk menghubungkan antar patch yang berfungsi untuk menerima atau memancarkan elektromagnetik sedangkan feed line digunakan untuk menghubungkan antar patch yang berfungsi menerima atau memancarkan gelombang elektromagnetik. Antena micorstrip memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan untuk lebih jelasnya lihat tabel di bawah ini.

Table 2. Kelebihan dan kekurangan antenna mikrostrip.

Nomor	Kelebihan	Kekurangan
1	Light	Efisien yang kurang maksimal
2	Simple	Gain kecil
3	Thin / small	Loss pada teknik array masih tergolong tinggi
4	Tidak perlu menambahkan cavity	Kapasitansi daya masih tergolong kecil
5	Polarisasi linier dan circular	Surface wave excitation
6	Dapat menggunakan 2 bahkan 3 frekuensi	Polarisasi murni sulit didapat

Konstanta dielektrik pada antenna mikrostrip mempengaruhi kinerja antenna. Pada Tabel 3 diberikan di bawah ini di mana nilai untuk parameter yang berbeda diberikan untuk kelima substrat yang dianggap menunjukkan analisis kinerja substrat. Kerugian pengembalian untuk Roger RO4003 menunjukkan nilai maksimum & nilai keuntungan maksimumnya dicatat.

Table 3. Perbandingan jenis substrat pada mikrostrip[14]

Parameters	RT Duroid	Taconic TLC	RO4003	FR-4	Bakelite
Dielectric constant	2.2	3.2	3.5	4.4	4.8
Return Loss (dB)	25.02	26.26	31.06	20.6	30.68
VSWR	1.26	1.61	1.68	1.28	1.78
Gain (dB)	3.429	5.11	5.2	1.89	3.286

Desain antenna mikrostrip pada penelitian ini menggunakan bentuk lingkaran atau kita sebut *circular*. Prosedur perancangan menggunakan rumus dengan memilih jenis substrat yang

memiliki konstanta dielektrik (ϵ_r) tertentu [15]. Berikut merupakan rumus untuk menentukan jari-jari pada patch circular[16]:

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

$$a = \frac{F}{\{1 + (\frac{2h}{\pi \epsilon_r F}) [\ln(\frac{\pi F}{2h}) + 1,7726]\}^{0,5}} \quad (2)$$

Berdasarkan rumus 1 dan 2 diatas, dimana F merupakan variable untuk menentukan nilai jari-jari, dan f_r adalah nilai dari frekuensi yang ditentukan, ϵ_r adalah nilai konstanta dielektrik dari sebuah bahan yang digunakan, selanjutnya a adalah nilai jari-jari yang akan dibuat nanti, kemudian h adalah nilai ketebalan dari bahan yang dipakai. Setelah menentukan nilai dari jari-jari kemudian prosedur selanjutnya yaitu menentukan nilai dari ukuran substrat dengan rumus yang ada dibawah.

$$L_g = 6h + 2r \quad (3)$$

$$W_g = \pi r \quad (4)$$

Pada rumus 3 dan 4 diatas adalah rumus menghiung ukuran yang digunakan oleh substat dan ground, dimana L_g adalah panjang dari ground maupun substrat, h adalah ketebalan bahan yang digunakan dan r adalah jari-jari, sedangkan W_g adalah lebar dari ground maupun substrat, π bernilai 3.14. Setelah menentukan ukuran ground dan substrat prosedur selanjutnya yaitu menentukan ukuran feeding, namun terdapat 4 jenis feeding dari sebuah antenna mikorstp seperti line feeding, coaxial feeding, aperture terminal feeding sampai proximity coupkled feeding, namun pada penelitian ini menggunakan line feeding dengan menggunakan rumus.

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (5)$$

$$W = \frac{2h}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left\{ \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right\} \right] \quad (6)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \quad (7)$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

$$L = \frac{1}{4} \lambda_d \quad (9)$$

Pada rumus 5 sampai 9 merupakan perhitungan untuk mencari ukuran sebuah line feeding dari patch circular. Dimana L merupakan panjang dari linefeeding dan W merupakan lebar dari line feeding.

PEMBAHASAN

Perhitungan Antena

Perhitungan antenna dimulai dari perhitungan perhitungan patch dengan frekuensi 1300 MHz dan menggunakan bahan Cooper yang mempunyai nilai konstantan dielektrik ϵ_r sebesar 4.3 sedangkan untuk ketebalan patch menggunakan sebesar 0.035 mm. Ketebalan substrat memakai ketebalan sebesar 1.6 mm yang terbuat dari FR-4 yang mempunyai nilai impedansi sebesar $\pm 50 \Omega$ sedangkan ground mempunyai panjang dan lebar yang sama dengan ukuran substrat namun memiliki ketebalan yang sama dengan patch yakni sebesar 0.035 mm. Hasil yang didapat mempunyai seperti tabel 4 dibawah.

Tabel 4. Rancangan Dimensi Antena

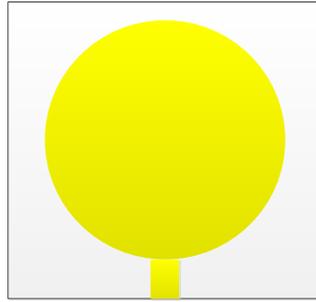
No	Simbol	Keterangan	Nilai
1	α	Jari-jari Patch	32.6 mm
2	W_s	Width of Substrate	102.364 mm
3	L_s	Length of Substrate	74.8 mm
4	W_g	Width of Substrate	102.364 mm
5	L_g	Length of Substrate	74.8 mm

Setelah menentukan nilai dari dimensi antena langkah selanjutnya yaitu menentukan ukuran feedline yang akan dibuat berikut merupakan nilai feedline yang akan dibuat.

Tabel 5. Rancangan feedline antena

No	Simbol	Keterangan	Nilai
1	W_f	Lebar dari feedline	3.11 mm
2	L_f	Panjang dari feedline	27.823 mm

Feedline akan terhubung dengan patch sehingga patch dapat tersambung dengan konektor jika nanti akan disimulasikan berikut merupakan rancangan yang akan dibuat.



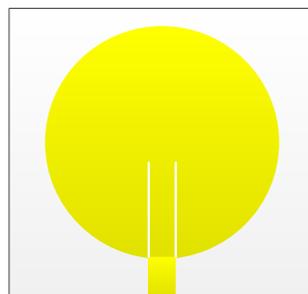
Gambar 2. Rancangan Antena mikrostrip menggunakan feedine

Setelah melakukan perancangan selanjutnya yaitu efisiensi nilai dari parameter yang ada pada antenna mikrostrip dengan cara menambahkan sebuah gap atau slot pada perpanjangan feedline berikut merupakan ukurannya

Tabel 6. GAP feedline

No	Simbol	Keterangan	Nilai
1	Wg	Lebar GAP	0.25 mm
2	Lg	Panjang GAP	27.31 mm

Tabel diatas menunjukkan nilai dari GAP yang akan dibuat dengan lebar sebesar 0.25 mm dan panjang sebesar 27.31 mm. Berikut merupakan rancangan yang akan dibuat.



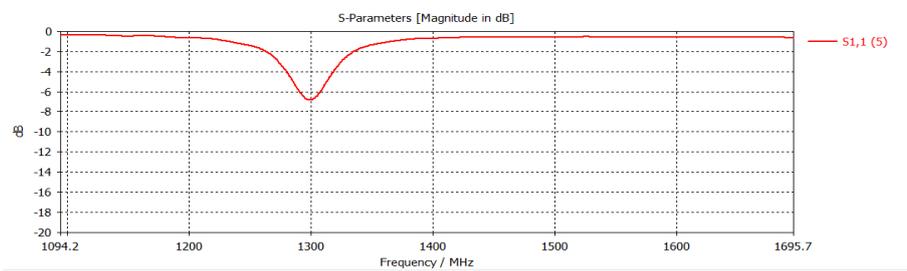
Gambar 3. Rancangan Antena mikrostrip menggunakan feedine dengan GAP

Terlihat pada gambar diatas GAP merupakan perpanjangan dari feedline yang membelah patch dengan lebar dengan ketentuan tertentu.

Simulasi Antena

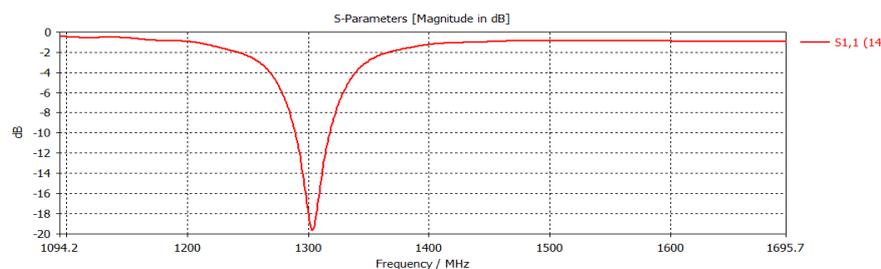
Pengukuran antena dimulai pada simulasi frekuensi kerja pada frekuensi 1300 di antena mikrostrip dengan feed coax. Pengukuran S-Parameter atau yang biasa kita sebut dengan *return loss* adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap

amplitudo gelombang yang dikirimkan[22]. Berikut merupakan pengukuran S-Parameter dengan spesifikasi seperti tabel 4 diatas.



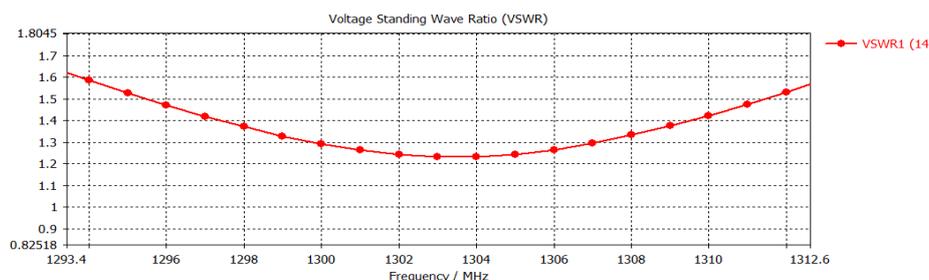
Gambar 4. Pengukuran S-Parameter

Terlihat pada gambar 4 diatas menunjukkan antenna tidak bekerja pada s-parameter yang kurang maksimal, sehingga kita perlu melakukan peambahan GAP yang telah dihitung dan menggunakan ukuran yang ada pada tabel 6 diatas.



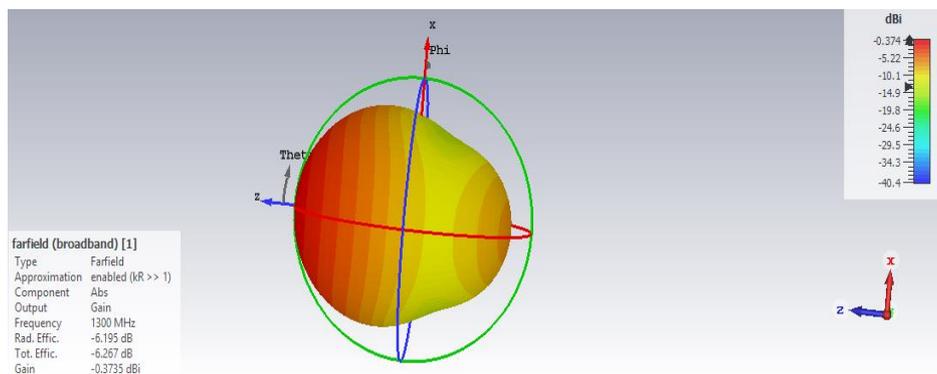
Gambar 5. Pengukuran S-Parameter menggunakan GAP

Dari hasil gambar 5 diatas menunjukkan frekuensi tengah berada pada frekuensi 1300 MHz dengan nilai return loss sebesar -17 dB. Berdasarkan nilai tersebut antenna hasil perancangan telah memenuhi standar kelayakan antenna dengan nilai <-10dB. Pengukuran selanjutnya yaitu pengukuran VSWR, VSWR adalah daya refleksi yang ditimbulkan apabila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan *transceiver*. Berikut merupakan hasil VSWR antenna yang ditunjukkan pada gambar 6 di bawah.



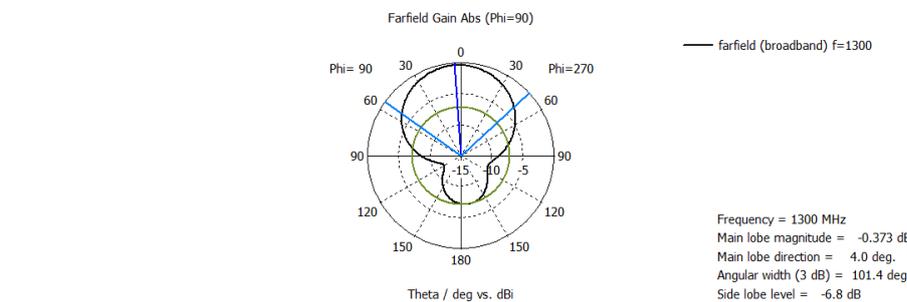
Gambar 6. Pengukuran VSWR

Berdasarkan hasil pengukuran pada gambar 6 diatas diperoleh nilai VSWR sebesar 1.3 pada frekuensi 1300 MHz. Nilai tersebut telah memenuhi syarat kelayakan antenna yang telah ditetapkan bahwa VSWR harus lebih atau sama dengan 0 dan kurang atau sama dengan 2. Pengujian selanjutnya yaitu pengujian bandwith, bandwith adalah rentntang frekuensi antenna dengan beberapa karakteristik sesuai dengan standart yang telah ditentukan [24]. Pengujian selanjutnya yaitu pengujian gain antenna, gain merupakan perbandingan antara intensitas radiasi suatu antenna pada suatu arah utama dengan instensitas radiasi dari antenna isotropik [24]. Hasil pengujian gain dapat dilihat pada gmbar 7 dibawah yang memiliki hasil simulasi n nilai gain sebesar -0.3735 dBi.



Gambar 7 Gain Measurement

Simulasi selanjutnya yaitu pengujian pola radiasi, pola radiasi yaitu fungsi matematik atau representasi grafis dari sifat-sifat radiasi dari antenna sebagai fungsi koordinat ruang. Pola radiasi pada antenna biasanya digambarkan dengan bentuk pola 3 dimensi, pola antenna 3 dimensi ini biasanya dibentuk dari dua pila radiasi yaitu berupa pola elevasi dan pola azimuth. Hasil pengujian dapat diamati pada gambar 8 dibawah.



Gambar 8. Radiation Pattern

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan diatas antenna dengan feed coaxial dengan frekuensi 1090 MHz dapat dilihat pada tabel 3 dibawah.

Tabel.3 Result of Antenna Parameter

No	Parameter	Nilai
1	Frekuensi	1300 MHz
2	S-Parameter	-17.0 dB
3	VSWR	1.3
4	Bandwith	1.3 MHz
5	Gain	1.054 dBi

Berdasarkan tabel 3 diatas kita dapat menarik beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Pada proses simulasi antena mikrostrip dengan patch circular secara simulasi dapat beroperasi pada frekuensi 1300 MHz dengan nilai return loss sebesar -17.0 MHz.
2. Proses simulasi juga mengukur VSWR dan bandwith serta gain yang berturut-turut memiliki nilai sebesar 1.3, 1.3 MHz dan -0.3735 dBi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Chabory, C. Morlaas, R. Douvenot, and H. Galiègue, "Methodology for Assessing the Impact of Wind Turbines on Civil Aviation Primary and Secondary Radars Obstacles," pp. 1–29, 2019.
- A. H. Irfandi and M. Taufik, "Penggunaan Secondary Surveillance Radar Untuk Penentuan Posisi Pesawat Udara," *Geoid*, vol. 9, no. 1, p. 17, 2016, doi: 10.12962/j24423998.v9i1.735.
- A. Joshi and R. Singhal, "Performance comparison of probe-fed polygonal patch antennas for L-band applications," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, pp. 1307–1311, 2017, doi: 10.1109/TENCON.2016.7848224.
- A. Srivastava and N. Pradhan, "Analysis of Different Substrate Material & Frequency on Microstrip Patch Antenna," *Nandita Pradhan Int. J. Electron. Electr. Comput. Syst. IJEECS*, no. February, pp. 58–64, 2017.
- D. F. Mona, E. S. Sakomura, and D. C. Nascimento, "Microstrip-to-Probe Fed Microstrip Antenna Transition," *2018 IEEE Antennas Propag. Soc. Int. Symp. Usn. Natl. Radio Sci. Meet. APSURSI 2018 - Proc.*, pp. 1521–1522, 2018, doi: 10.1109/APUSNCURSINRSM.2018.8609140.
- G. Dias, P. Pinho, R. Goncalves, and N. Carvalho, "3D antenna for wireless power transmission: Aperture coupled microstrip antenna with dielectric lens," *2017 Int. Appl. Comput. Electromagn. Soc. Symp. - Italy, ACES 2017*, pp. 3–4, 2017, doi: 10.23919/ROPACES.2017.7916328.
- H. A. Diawuo and Y. B. Jung, "Broadband Proximity-Coupled Microstrip Planar Antenna Array for 5G Cellular Applications," *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, vol. 17, no. 7, pp. 1286–1290, 2018, doi: 10.1109/LAWP.2018.2842242.
- H. A. S. Hamid, G. Chin Hock, N. Ferdous, and M. N. A. Rahman, "Analysis of Performance on Ultra Wideband Circular Patch for Solar Cell Antenna Design," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 268, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/268/1/012151.
- H. Liu, Y. Liu, and S. Gong, "Broadband microstrip-CPW fed circularly polarised slot antenna with inverted configuration for L-band applications," *IET Microwaves, Antennas Propag.*, vol. 11, no. 6, pp. 880–885, 2017, doi: 10.1049/iet-map.2016.0880.