

Perancangan Antena Mikrostrip Reconfigurable Polarisasi Untuk Sistem Komunikasi Satelit

Design Of Polarization Reconfigurable Microstrip Antenna For Satellite Communications System

1st Qinaya Madao
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
qinayamadao@student.telko
muniversity.ac.id

2nd Aloysius Adya Pramudita
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
pramuditaadya@telkomunive
rsity.ac.id

3rd Harfan Hian Ryanu
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
harfanhr@telkomuniversity.a
c.id

Abstrak—Pada sistem komunikasi satelit, dapat terjadi perubahan karakteristik polarisasi gelombang pada atmosfer bumi, hal tersebut merupakan peristiwa depolarisasi. Pada frekuensi dibawah 3 GHz terjadinya depolarisasi disebabkan oleh propagasi multipath dan dapat berakibat kuat sinyal penerimaan bervariasi dan tidak stabil. Upaya dalam meminimalisir akibat dari depolarisasi dapat menggunakan antena mikrostrip reconfigurable agar kuat sinyal penerimaan lebih stabil. Tujuan yang diharapkan akan dicapai dari hasil penelitian ini yaitu, mengatasi adanya depolarisasi yang mengakibatkan penurunan sinyal penerimaan dengan reconfigurable polarisasi sirkular menggunakan metode nearly square diagonal feed. Antena pada penelitian ini menggunakan patch nearly square dengan teknik pencatutan discrete port. Perancangan antena mikrostrip reconfigurable nearly square patch pada frekuensi kerja 2,2 GHz mendapatkan hasil pengukuran pada parameter return loss sesuai dengan yang diharapkan yaitu -10.41 dB untuk port RHCP dan -11.59 dB untuk port LHCP juga pada parameter axial ratio yang bernilai 2.69 dB untuk port RHCP dan 2.87 dB untuk port LHCP. Selain itu juga hasil pengukuran VSWR bernilai 1.86 untuk port RHCP dan 1.71 untuk port LHCP. Juga hasil pengukuran gain bernilai 2.32 dBi untuk port RHCP dan 2.28 dBi untuk port LHCP.

Kata Kunci—Antena mikrostrip, Depolarisasi, Reconfigurable, Komunikasi Satelit.

Abstract—In satellite communication systems, there can be changes in the depolarization event. At frequencies below 3 GHz, depolarization occurs due to multipath and can result in variable and unstable reception signal strength microstrip antenna reconfigurable so that the reception signal strength is more stable. The goal that is expected to be achieved from the results of this study is to overcome the depolarization which results in a decrease in the reception signal with reconfigurable circular polarization using the nearly square diagonal feed method.

The antenna in this study uses a nearly square patch feeding technique discrete port. Microstrip antenna design Reconfigurable nearly square patch on the working frequency of 2.2 GHz got the measurement results of the return loss as expected, -10.41 dB for RHCP port and -11.59 dB for LHCP port, also for axial ratio parameter result for the RHCP port is 2.69 dB and for the LHCP port is 2.87 dB. The measurement result for VSWR RHCP port is 1.86 and 1.71 for LHCP port. The last is gain measurement result is 2.32 dBi for the RHCP port and 2.28 dBi for the LHCP port.

Keywords— Microstrip Antenna, Depolarization, Reconfigurable, Satellite Communication.

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan telekomunikasi banyak inovasi yang telah dilakukan salah satunya melakukan inovasi untuk mendapatkan antenna yang sederhana namun efektif dalam penggunaannya. Salah satu dari inovasi tersebut merupakan penggunaan antenna mikrostrip. Selain itu juga antenna mikrostrip mudah diintegrasikan dengan system lain. Berdasarkan keunggulan tersebut, antenna mikrostrip telah banyak diimplementasikan salah satunya juga pada teknologi satelit [1].

Atmosfer bumi dapat mengalami perubahan arah polarisasi gelombang transmisi radio. Dampak tersebut merujuk pada depolarisasi. Depolarisasi merupakan perubahan karakteristik polarisasi gelombang radio yang disebabkan oleh hydrometeor utamanya hujan atau partikel es dan propagasi multipath. Depolarisasi hydrometeor umumnya merupakan masalah pada frekuensi diatas 3 GHz, sedangkan depolarisasi multipath terjadi pada frekuensi dibawah 3 GHz [2]. Depolarisasi menyebabkan redaman tambahan, dan noise propagasi [3]. Untuk mengatasi kebutuhan tersebut, antenna mikrostrip reconfigurable dapat menjadi solusi karena memiliki kelebihan yaitu dapat dikonfigurasi ulang secara dinamis mengubah seperti misalnya polarisasi, pola radiasi, juga frekuensi kerja [4]. Antena yang akan diusulkan dalam tugas akhir ini yaitu antenna mikrostrip yang dikonfigurasi ulang polarisasinya dengan frekuensi S-band dengan frekuensi 2,2 GHz untuk mendapatkan polarisasi RHCP dan LHCP. Bentuk patch yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu persegi dengan pertimbangan lebih mudah dalam menghitung dimensi antenna.

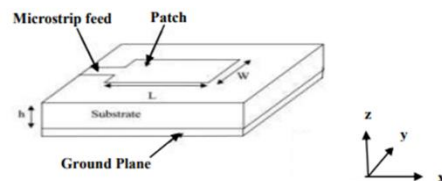
Depolarisasi mengakibatkan meningkatnya Polarization Loss Factor (PLF) dan menurunnya daya terima. Dengan demikian rumusan masalah tugas akhir ini adalah bagaimana usaha mengatasi efek depolarisasi pada komunikasi satelit dengan menggunakan metode reconfigurable pada antenna mikrostrip. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengatasi efek depolarisasi pada komunikasi satelit secara khusus depolarisasi yang disebabkan oleh efek multipath dengan antenna mikrostrip yang memiliki kemampuan mengkonfigurasi polarisasi menjadi LHCP dan RHCP dengan frekuensi S-band yaitu 2,2 GHz.

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu penelitian hanya berfokus pada perancangan dan realisasi antenna tidak sampai menguji pada sistem komunikasi satelit. Metode penelitian yang akan digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah studi literatur, perancangan dan simulasi, realisasi antenna, pengukuran, dan analisis.

II. KAJIAN TEORI

A. Antena Mikrostrip Patch Persegi

Antena mikrostrip patch persegi merupakan antenna mikrostrip yang perancangannya menggunakan patch berbentuk persegi. Pada antenna ini, substrate lebih tipis daripada panjang gelombang, sehingga patch persegi dianggap sebagai bidang planar dua dimensi agar lebih mudah dalam melakukan analisa, patch persegi dapat menghasilkan polarisasi linier [5]. Variabel yang dibutuhkan hanya panjang (L) dan lebar (W) [6].



GAMBAR 2.1
ANTENA PATCH PERSEGI

L harus $< \lambda/2$, dimana λ merupakan panjang gelombang medium dielektrik. Lebar patch dihitung menggunakan persamaan berikut [7]:

$$W = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

W= Lebar patch (mm)

c= Kecepatan cahaya (m/s)

f_r= Frekuensi kerja (Hz)

ϵ_r = Karakteristik permitivitas relative

Untuk panjang patch (L) sama dengan lebar patch (W) [7].

$$L=W \quad (2.2)$$

B. Dimensi Substrat dan Ground Plane Antena

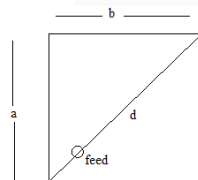
Berikut persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung dimensi ground plane dan substrat [8]:

$$W_g = 6h + W_{patch} \tag{2.3}$$

C. Teknik Membentuk Sifat Polarisasi Circular Antena

Pada kondisi awal, elemen patch persegi memancarkan gelombang yang terpolarisasi secara linier. Namun, setelah melakukan pengaturan pada ukuran dimensi antena dan juga mengatur penempatan dari titik catu antena mikrostrip, polarisasi sirkular dapat dihasilkan.

Nearly square diagonal feed merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan agar polarisasi pada antena dapat menjadi polarisasi sirkular. Cara kerja metode ini yaitu dengan menempatkan feed atau titik catu pada bidang diagonal di tengah patch persegi. Setelah itu konfigurasi antena dibuat dengan bentuk hampir persegi yaitu sisi $b > a$. Dilaporkan bahwa polarisasi sirkular dapat dihasilkan dengan cara menempatkan titik catu dimana saja di sepanjang sisi diagonal pada patch. Untuk polarisasi RHCP pada diagonal sebelah kiri dari patch dan polarisasi LHCP pada diagonal sebelah kanan dari patch. Skema metode dapat dilihat pada gambar 2.2 [8].



GAMBAR 2.2 METODE NEARLY SQUARE DIAGONAL FEED

III. METODE

Pada tugas akhir ini akan dirancang antena mikrostrip reconfigurable dengan frekuensi 2,2 GHz untuk komunikasi satelit. Akan dilakukan perancangan antena sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sehingga antena dapat bekerja dengan baik. Spesifikasi antena yang sebelumnya telah ditentukan akan mempengaruhi antena yang didesain seperti ukuran dan model antenanya. Beberapa hal yang harus ditentukan ukurannya seperti substrate, feed, groundplane, dan patch. Setelah mendapatkan ukuran dari beberapa dimensi

antena tersebut, selanjutnya dapat dilakukan perancangan serta simulasi menggunakan software.

Ketebalan tembaga (t) 0,035mm dan dalam pembuatan substrat, bahan yang digunakan yaitu FR-4 dengan tebal substrat (h) yaitu 1,6 mm dan dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) dari FR-4 yaitu 4,3. Spesifikasi parameter antena yang ditentukan agar dapat menghasilkan polarisasi sirkular seperti yang diharapkan dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut [1].

TABEL 3.1 TABEL SPESIFIKASI PARAMETER ANTENA

No	Parameter	Deskripsi
1.	Patch antena	Persegi
2.	Jenis antena	Antena mikrostrip
3.	Frekuensi kerja	2.2 GHz
4.	Return loss	< -10 dB
5.	Polarisasi	LHCP dan RHCP

Hasil perhitungan lebar patch antena didapatkan dengan menggunakan persamaan (2.1), dan untuk perhitungan panjang patch antena didapatkan dari persamaan (2.2). Sedangkan untuk hasil perhitungan lebar substrat dan groundplane didapatkan dengan menggunakan persamaan (2.3) lalu untuk hasil perhitungan lebar substrat dan groundplane didapatkan dari persamaan (2.3). Berikut hasil perhitungan dimensi antena dapat dilihat pada Tabel 3.2.

TABEL 3.2 HASIL PERHITUNGAN DIMENSI AWAL

Simbol	Hasil perhitungan (mm)	Spesifikasi
W	41.88	Lebar patch
W_g	51.48	Lebar substrat dan groundplane
t	0.035	Tebal konduktor
h	1,6	Tebal substrat

Setelah melakukan simulasi dengan dimensi antena sesuai perhitungan awal, dilakukan optimasi pada dimensi antena agar mendapatkan hasil simulasi sesuai dengan spesifikasi. Berikut tabel proses optimasi antena dapat dilihat pada Tabel 3.3.

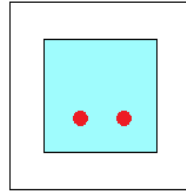
TABEL 3.3 TABEL PROSES OPTIMASI DIMENSI PATCH BESERTA HASIL SIMULASINYA

Ukuran Dimensi Patch	Return Loss	Axial Ratio	Main Lobe (°)
----------------------	-------------	-------------	---------------

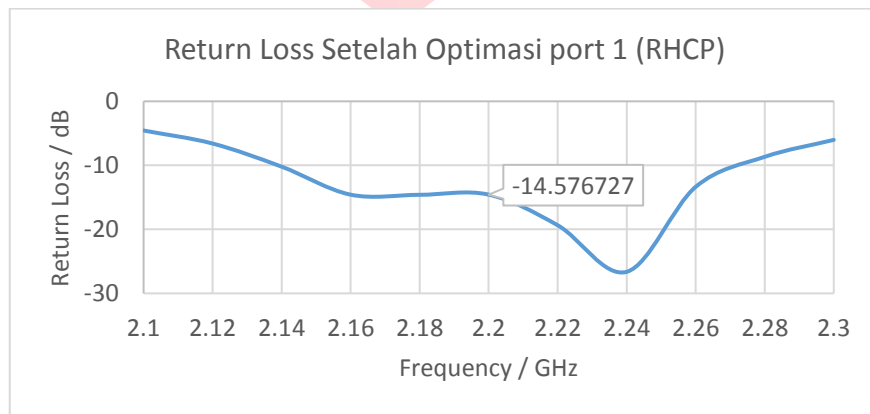
41.88	-0.5652	19.13	60
40.48	-12.7483	27.7	76
28.88	-10.2908	14	0
28.4	-11.554	8.9	1
28.2	-17.022	4.4	0
28.08	-16.368	2.7	0
28	-14.577	1.59	0

Berikut hasil akhir dimensi antenna *reconfigurable* beserta simulasi *return loss*

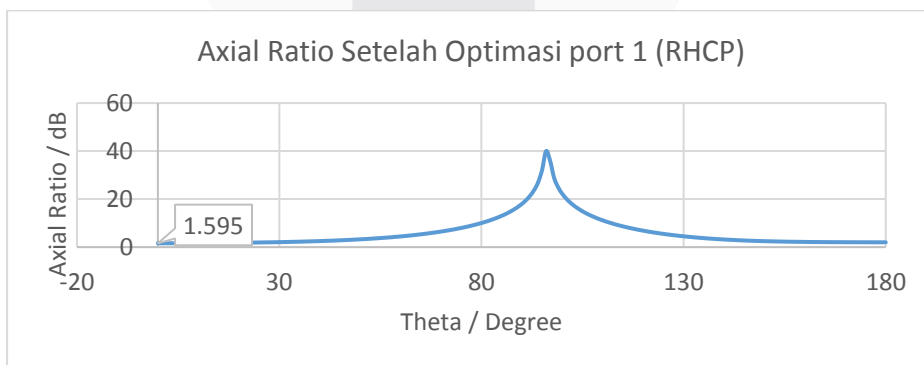
dan *axial ratio* untuk masing-masing port RHCP dan LHCP.



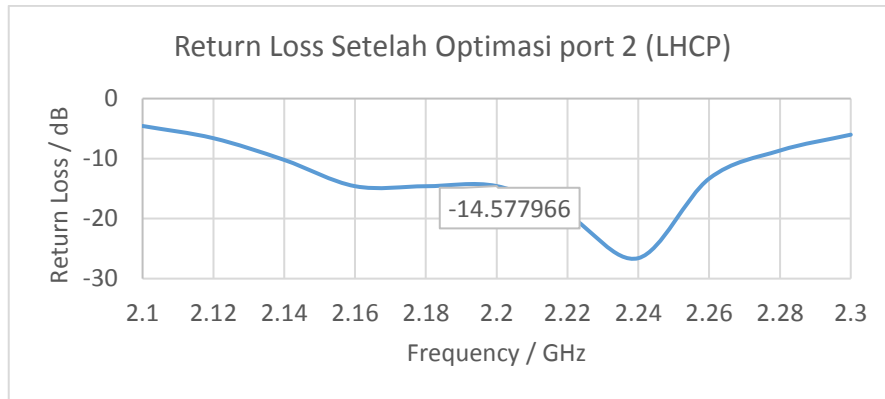
GAMBAR 3. 1
HASIL DESAIN AKHIR ANTENA RECONFIGURABLE, PORT 1 RHCP (SEBELAH KIRI) DAN PORT 2 LHCP (SEBELAH KANAN)



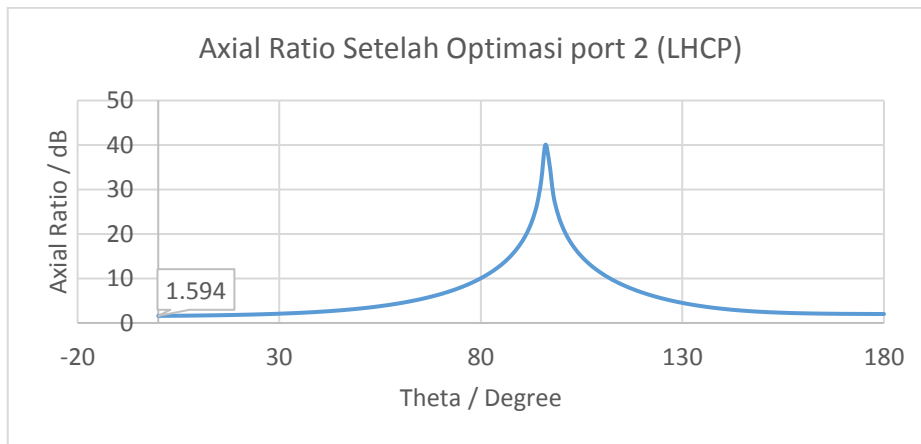
GAMBAR 3. 2
HASIL AKHIR *RETURN LOSS* SETELAH OPTIMASI PADA PORT 1



GAMBAR 3. 3
HASIL AKHIR *AXIAL RATIO* SETELAH OPTIMASI PADA PORT 1



GAMBAR 3. 4
HASIL AKHIR RETURN LOSS SETELAH OPTIMASI UNTUK PORT 2



GAMBAR 3. 5
HASIL AKHIR AXIAL RATIO SETELAH OPTIMASI PADA PORT 2

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan simulasi dan pengukuran pada antenna reconfigurable port RHCP dan port LHCP telah diperoleh hasil seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Berdasarkan hasil yang terdapat pada tabel dapat dilihat bahwa ada perbedaan antara hasil simulasi dan hasil pengukuran. Perbedaan hasil tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari pengukuran antenna. Beberapa

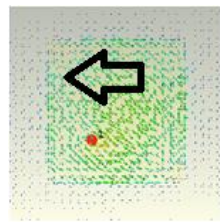
faktor tersebut diantaranya seperti kualitas fabrikasi antenna yang kurang baik dapat disebabkan ketelitian saat fabrikasi yang kurang baik, hal tersebut dapat disebabkan oleh dimensi antenna yang berukuran kecil dan pengaruh dari timah solder sehingga performansi realisasi antenna tidak seperti pada simulasi. Selain itu faktor lain juga yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran yaitu alat ukur yang menghasilkan nilai pengukuran yang berfluktuasi sehingga data yang diperoleh kurang akurat.

TABEL 4. 1
PERBANDINGAN HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN ANTENA PORT RHCP DAN LHCP

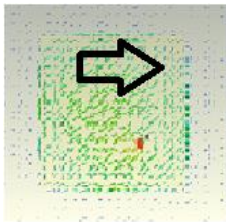
Parameter	Spesifikasi	Simulasi		Pengukuran	
		Case 1 (RHCP)	Case 2 (LHCP)	Case 1 (RHCP)	Case 2 (LHCP)
Return Loss (dB)	≤ -10	-14.577	-14.578	-10.419	-11.596
VSWR	≤ 2	1.4591	1.459	1.8626	1.7142
Axial Ratio (dB)	$0 \leq AR < 3$	1.5944	1.5945	2.69	2.87

Bandwidth (MHz)	> 25	138	138	41.7	53.3
Gain (dBi)	≤ 10	2.42	2.42	2.32	2.28

Berikut simulasi pengecekan *surface current* pada port RHCP dan LHCP. Hasil simulasi *surface current* RHCP berputar berlawanan arah jarum jam, sebaliknya untuk LHCP berputar searah jarum jam dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2.



GAMBAR 4.1
PENGECEKAN *SURFACE CURRENT* PADA PORT 1
MENGHASILKAN POLARISASI RHCP



GAMBAR 4.2
PENGECEKAN *SURFACE CURRENT* PADA PORT 2
MENGHASILKAN POLARISASI LHCP

V. KESIMPULAN

Performansi antenna keseluruhan dapat bekerja dengan baik jika diaplikasikan pada sistem karena hasil pengukuran parameter-parameter antenna sesuai dengan spesifikasi nilai parameter-parameter yang diinginkan. Dengan begitu tujuan awal antenna dapat dicapai yaitu untuk meningkatkan kapasitas kanal dengan adanya dua polarisasi yaitu RHCP dan LHCP, mengurangi ketidakcocokan polarisasi yang terjadi pada lapisan ionosfer akibat efek Faraday dan juga dapat mengatasi efek multipath dengan mengurangi ketidakstabilan sinyal penerima.

REFERENSI

- [1] Armin, F., Noer, A. dan Prasetya, S., 2020, Desember. *Modification of*

2.2 GHz S-Band Rectangular Patch Microstrip Antenna using Truncated Corner Method for Satellite Applications. In 2020 3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI) (pp. 284-288). IEEE.

- [2] Ippolito, L.J., 2012. *Radiowave propagation in satellite communications. Springer Science & Business Media.*
- [3] Fourikis, N. and Fourikis, N., 2000. *Advanced array systems, applications and RF technologies. Academic Press.*
- [4] Sathe, S.J. dan Mudiganti, J.C., 2017, April. *A polarization reconfigurable antenna for satellite communication. In 2017 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)* (pp. 1774-1777). IEEE.
- [5] Sabrina, N., Wijanto, H. and Zulfi, Z., 2016. Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Inset-Fed pada Frekuensi 2, 4 GHz untuk Aplikasi WiFi. *eProceedings of Engineering*, 3(3).
- [6] C.A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design Third Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc, 2005.*
- [7] A. Constantine Balanies, "Antenna Theory Analysis and Design" 1982.
- [8] Sharma, P. and Gupta, K., 1983. *Analysis and optimized design of single feed circularly polarized microstrip antennas. IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 31(6), pp.949-955.