

Analisis Metode Pembentukan Antena Mikrostrip Berpolarisasi Sirkular Pada Frekuensi X-Band dan Ku-Band

¹Jaufilaili I. Pramesthi, ²Bambang S. Nugroho, ³Agus D. Prasetyo

^{1,2,3} S1 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom, Bandung

¹jaufilaily.ip@gmail.com, ²bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id, ³adprasetyo@telkomuniversity.ac.id

Abstract - In this study, circularly polarized square patch antennas has been designed that operate on X-band and Ku-band frequencies. This research is focused on studying the characteristics of circularly polarized antennas on a certain frequency. There are three methods used to create circular polarization, namely: 1) diagonal slot 2) truncated square 3) dual-feed. Diagonal slot method is designed by adding a rectangular slot in the center of patch. Truncated corner method is designed by cutting the angle of patch. And, dual-feed method is designed by adding a T-Junction type of microstrip line feeder approach. The main target parameter have to be met are to produce axial ratio ≤ 3 dB on VSWR ≤ 1.5 at a certain frequency. Antenna with diagonal slot method obtained VSWR 1,486 and axial ratio 2.963 dB in X-band frequency, obtained VSWR 1.162 and axial ratio 2.965 dB in Ku-band frequency. For antenna with truncated square method, obtained VSWR 1.269 and axial ratio 2.579 dB in the X-band frequency, obtained VSWR 1,312 and axial ratio 2.676 dB in Ku-band frequency. And for antenna with dual-feed method obtained VSWR 1.136 and axial ratio 2.48 dB in the X-band frequency, obtained VSWR 1.42 and axial ratio 2.48 in Ku-band frequency.

Keywords — Microstrip antenna, circularly polarized, diagonal slot, truncated square, dual-feed

Abstrak—Pada penelitian ini, telah dirancang antena mikrostrip patch persegi berpolarisasi sirkular yang bekerja pada frekuensi X-band dan Ku-band. Penelitian ini difokuskan untuk pengembangan di frekuensi tertentu guna mempelajari karakteristik pembentukan antena berpolarisasi sirkular, tidak untuk diimplementasikan. Terdapat tiga metode yang digunakan dalam pembentukan polarisasi sirkular, yaitu: 1) diagonal slot 2) truncated square 3) dual-feed. Metode diagonal slot di rancang dengan menambahkan slot persegi panjang di tengah patch. Metode truncated square di rancang dengan memotong sisi sudut patch. Dan metode dual-feed di rancang dengan menambahkan pendekatan pencatu microstrip line jenis T-Junction. Target utama parameter yang harus dipenuhi adalah menghasilkan axial ratio ≤ 3 dB dengan besar VSWR ≤ 1.5 di frekuensi tertentu. Antena dengan metode diagonal slot diperoleh VSWR 1,486 dan axial ratio 2,963 dB di frekuensi X-band, diperoleh VSWR 1,162 dan axial ratio 2,965 dB di frekuensi Ku-band. Untuk antena metode truncated square diperoleh hasil VSWR 1,269 dan axial ratio 2,579 dB di frekuensi X-band, diperoleh VSWR 1,312 dan axial ratio 2,676 dB di frekuensi Ku-band. Dan

untuk antena metode dual-feed diperoleh hasil VSWR 1,136 dan axial ratio 2,48 dB di frekuensi X-band, diperoleh VSWR 1,42 dan axial ratio 2,48 di frekuensi Ku-band

Kata Kunci—Antena mikrostrip; polarisasi sirkular; diagonal slot; truncated square; dual-feed

I. Pendahuluan

Antena merupakan instrumen yang penting dalam suatu sistem komunikasi radio. Salah satu parameter antena yang dapat memaksimalkan penerimaan sinyal tanpa perlu usaha untuk mengatur orientasi antena adalah polarisasi jenis sirkular. Dikarenakan satelit selalu berputar, membutuhkan antena yang mempunyai daya yang sama antara bidang vertical dan horizontal [1] sehingga antena tersebut harus mempunyai tipe polarisasi sirkular. Salah satu jenis antena yang dapat di rancang dengan tipe polarisasi sirkular adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip menjadi pilihan karena bahannya yang sederhana dan murah. Beberapa metode yang telah digunakan oleh peneliti untuk menghasilkan antena berpolarisasi sirkular pada antena mikrostrip di antaranya, diagonal slot, truncated square, dan dual-feed. Antena dapat dikatakan berpolarisasi sirkular apabila menghasilkan nilai axial ratio ≤ 3 dB.

Pada penelitian sebelumnya, telah di rancang antena mikrostrip berpolarisasi sirkular menggunakan metode diagonal slot yang bekerja di rentang frekuensi 850 – 950 GHz (P-Band) [2] dan di frekuensi 2,45 GHz (S-Band) [3]. Peneliti merancang lebih dari satu antena dengan membedakan dimensi panjang slot. Efek penambahan slot tersebut dapat menghasilkan axial ratio di bawah 3 dB. Pada penelitian lain [4], juga diperoleh antena berpolarisasi sirkular yang menghasilkan nilai axial ratio di bawah 3 dB. Namun menggunakan metode yang berbeda, yaitu dual-feed. Peneliti merancang antena di frekuensi 2,35 GHz (S-Band). Penggunaan metode tersebut dapat menghasilkan nilai axial ratio sebesar 1,2 dB. Selain itu, peneliti lain merancang antena berpolarisasi sirkular dengan menggunakan metode truncated corner. Peneliti tersebut merancang antena berpolarisasi sirkular di band frekuensi yang berbeda. Salah satunya [5]

merancang antena di frekuensi 2,3 GHz (S-Band), dan lainnya [6] merancang di frekuensi 10 GHz (X-Band).

Jika membahas mengenai frekuensi, beberapa peneliti telah merancang antena mikrostrip di frekuensi yang lebih tinggi, seperti pada X-Band [7] dan Ku-band [8]. Hal tersebut di karenakan perkembangan teknologi di masa depan akan menggunakan frekuensi yang lebih tinggi dibanding dengan perkembangan sebelumnya. Namun, belum banyak ditemukan pada rentang frekuensi tersebut yang merancang antena mikrostrip berpolarisasi sirkular, sehingga pada penelitian ini difokuskan untuk pengembangan frekuensi tertentu guna mempelajari karakteristik pembentukan polarisasi sirkular. Dalam hal ini, perancangan antena dirancang di frekuensi X-band (10 GHz) dan Ku-band (10 GHz) dengan menggunakan metode *diagonal slot*, *truncated corner*, dan *dual-feed*.

II. Metode Penelitian

A. Spesifikasi Antena

Antena yang dirancang merupakan antena mikrostrip *patch* persegi dengan menambahkan metode *diagonal slot*, *truncated corner*, dan *dual-feed*. Masing-masing metode di desain untuk frekuensi 10 GHz dan frekuensi 14 GHz. Rancangan antena menggunakan bahan material jenis *substrat* Roger RT5880LZ. Spesifikasi hasil parameter yang diharapkan adalah sebagai berikut.

- Frekuensi : 10 GHz (X-Band) dan 14 GHz (Ku-Band)
- VSWR : $\leq 1,5$
- Axial Ratio : ≤ 3 dB

B. Polarisasi Sirkular

Polarisasi merupakan salah satu parameter antena untuk mengetahui arah atau orientasi medan listrik yang dipancarkan oleh antena tersebut. Gelombang yang terpolarisasi sirkular meradiasikan energi pada bidang vertikal dan horizontal, dan semua bidang di antaranya [3]. Terdapat dua arah polarisasi sirkular, yakni RHCP (*Right Handed Circular Polarized*) yang arah polarisasinya berputar searah jarum jam, sedangkan LHCP (*Left Handed Circular Polarized*) yang arah polarisasinya berputar berlawanan arah jarum jam [4]. Nilai *axial ratio* untuk polarisasi sirkular adalah dari 0 – 3 dB. Salah satu kelebihan dari polarisasi sirkular, yaitu tidak perlu usaha untuk mengatur orientasi antena terhadap antena pemancar.

C. Metode Diagonal Slot

Pada metode ini, polarisasi sirkular dapat dibentuk dengan memotong *slot* sangat tipis di bagian tengah *patch* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 [1]. *Slot* di desain dengan kemiringan 135° yang menghasilkan polarisasi sirkular RHCP. Dan sebaliknya, kemiringan 45° menghasilkan polarisasi sirkular LHCP. Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan dimensi *slot* seperti pada Persamaan (1) dan Persamaan (2) [1], di mana “*c*” merupakan panjang *slot*, “*d*” merupakan lebar *slot*, dan “*P_p*” merupakan panjang sisi *patch*.

$$c = \frac{P_p}{2,72} \dots\dots\dots(1)$$

$$d = \frac{P_p}{27,2} \dots\dots\dots(2)$$

D. Metode Truncated Corner

Metode ini dapat dibentuk dengan memotong dua sudut diagonal, seperti pada Gambar 2 yang menghasilkan polarisasi sirkular RHCP, dan sebaliknya. “*E_s*” adalah panjang sisi potongan *patch*. Potongan *patch* pada kedua ujung diagonal ini harus tepat agar menghasilkan dua polarisasi orthogonal dengan amplitudo sama dan menghasilkan perbedaan phase 90° [1]. Adapun persamaan untuk menentukan dimensi sisi sudut yang akan dipotong seperti pada Persamaan (3) [9].

$$E_s = \frac{1}{4} \times P_p \dots\dots\dots(3)$$

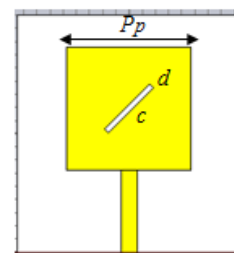
di mana *P_p* merupakan panjang *patch*.

E. Metode Dual-Feed

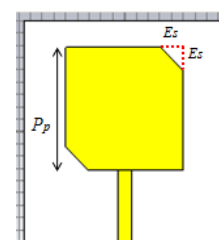
Pada metode ini dapat dibentuk dengan menambahkan teknik *power divider*. Salah satu teknik *divider* yang dapat menghasilkan polarisasi sirkular, yaitu *T-Junction*. Dalam hal ini, sebagai impedansi masukan yang terdistribusi dengan dua saluran keluaran yang masing-masing memiliki $2Z_0$, seperti yang di tunjukkan pada Gambar 3. Adapun persamaan untuk menentukan dimensi catuan pembagi (*T-Junction*) seperti pada Persamaan (4) yang kemudian disubstitusikan ke dalam Persamaan (5). Di mana *w_f* merupakan lebar saluran catuan pembagi [10].

$$\frac{w_f}{h} = \frac{2}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \dots\dots\dots(4)$$

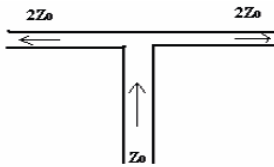
$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots(5)$$



Gambar 1. Desain Slot dengan Kemiringan 135°



Gambar 2. Pemotongan Sisi Sudut pada Metode Truncated



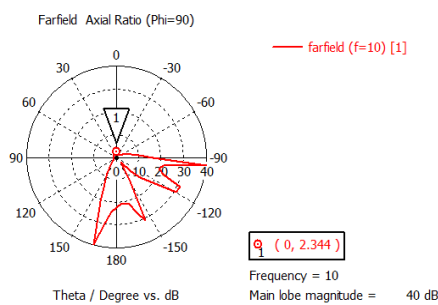
Gambar 3. Rangkaian *Divider* Metode *T-Junction* [6]

Tabel 1. Hasil Rancangan Antena di Frekuensi 10 GHz

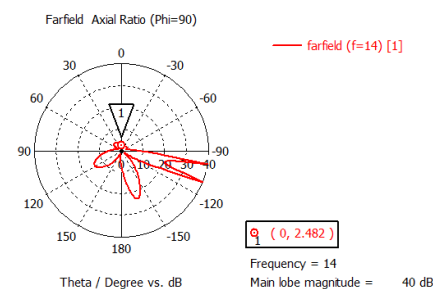
Metode	VSWR	Axial Ratio (dB)
<i>Diagonal Slot</i>	1,486	2,963
<i>Truncated Corner</i>	1,269	2,579
<i>Dual-feed</i>	1,136	2,34

Tabel 2. Hasil Rancangan Antena di Frekuensi 14 GHz

Metode	VSWR	Axial Ratio (dB)
<i>Diagonal Slot</i>	1,162	2,965
<i>Truncated Coerner</i>	1,312	2,676
<i>Dual-feed</i>	1,42	2,48



(a) Frekuensi 10 GHz



(b) Frekuensi 14 GHz

Gambar 4. Parameter *Axial Ratio* Metode *Dual-Feed*

III. Hasil dan Pembahasan

Rancangan awal yang sesuai hasil perhitungan tidak menghasilkan parameter yang diharapkan, sehingga dilakukan rancangan kembali secara *trial and error*. Hasil simulasi rancangan akhir yang diperoleh ada pada Tabel 1 dan Tabel 2. Tabel 1 merupakan hasil simulasi rancangan di frekuensi 10 GHz, sedangkan Tabel 2 merupakan hasil simulasi rancangan di frekuensi 14 GHz. Dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2, target parameter utama VSWR dan *axial ratio* telah terpenuhi. Nilai VSWR digunakan untuk melihat seberapa banyak daya

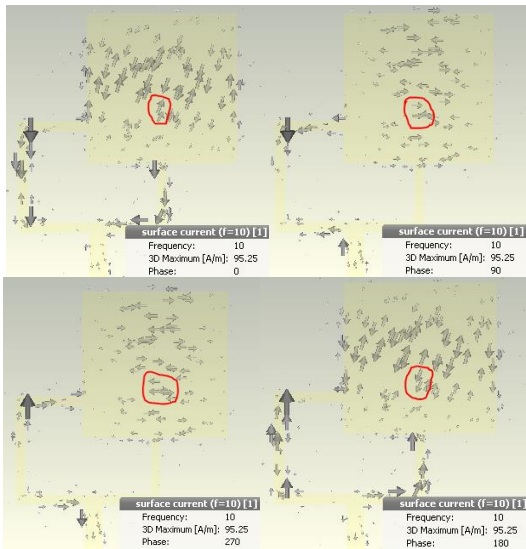
yang hilang. Jika sudah memenuhi standar kriteria, maka antenna tersebut sudah dapat bekerja dengan baik.

Penelitian ini lebih memfokuskan analisa perbandingan terhadap *axial ratio* yang dihasilkan. Dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2, metode yang menghasilkan *axial ratio* paling rendah adalah metode *dual-feed*, baik yang dirancang di frekuensi 10 GHz maupun di frekuensi 14 GHz. Hasil nilai *axial ratio* metode *dual-feed* dapat diamati pada Gambar 4. Pada gambar tersebut, terlihat bahwa nilai *axial ratio* yang dirancang berada di sudut 0° dengan nilai sebesar 2,344 dB di frekuensi 10 GHz (Gambar 4a) dan nilai sebesar 2,482 dB di frekuensi 14 GHz (Gambar 4b). Semakin kecil nilai *axial ratio*, maka pembentukan polarisasi sirkular akan lebih optimal. Adapun karakteristik dari tiap metode, yaitu:

- *Diagonal Slot*
 Perubahan nilai *slot* tertentu, semakin panjang *slot* maka frekuensi semakin rendah, *gain* meningkat, dan nilai *axial ratio* semakin turun. Sedangkan jika lebar *slot* semakin sempit, maka frekuensi semakin tinggi, *gain* menurun, dan nilai *axial ratio* tetap turun.
- *Truncated Corner*
 Pada metode ini, semakin besar sisi sudut yang dipotong maka frekuensi semakin tinggi, *gain* meningkat, dan *axial ratio* semakin turun. Pergeseran frekuensi yang dialami bisa mencapai 0,1-0,4 GHz, lebih sensitif dibanding metode *diagonal slot*.
- *Dual-feed*
 Pada metode ini, pengaruh perubahan jarak catuan pembagi terhadap frekuensi, *axial ratio* dan *gain* tidak stabil, sehingga saat dilakukan perubahan dimensi catuan pembagi harus dengan perubahan dimensi skala kecil yakni berkisar 0,1 – 0,2 GHz dari nilai sebelumnya. Tetapi metode ini lebih ideal dalam menurunkan nilai *axial ratio*, yaitu mencapai 0,1 – 1,5 dB dari nilai sebelumnya.

Penambahan metode seperti *diagonal slot*, *truncated square*, dan *dual-feed* dapat mengubah arah arus permukaan yang mengalir pada antenna sehingga menimbulkan polarisasi yang berbeda. Dapat dilihat pada Gambar 5 yang merupakan distribusi arus permukaan metode *dual-feed* frekuensi 10 GHz. Terlihat bahwa arah arus permukaan berputar berlawanan arah jarum jam dari phase 0° menuju ke phase 90°, kemudian menuju ke phase 180°, dan terakhir menuju ke phase 270° sehingga dapat dikatakan antenna berpolarisasi LHCP. Jika posisi catuan pembagi di desain di sisi sebaliknya, maka akan menghasilkan polarisasi RHCP.

Selain parameter VSWR dan *axial ratio*, adapun parameter lain yang dihasilkan oleh antenna mikrostrip seperti pada Tabel 3 untuk rancangan di frekuensi 10 GHz dan Tabel 4 untuk rancangan di frekuensi 14 GHz. Terlihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 bahwa metode *dual-feed* menghasilkan *gain* lebih tinggi dibanding metode lain. Hal tersebut dikarenakan efisiensi yang dihasilkan juga tinggi. Hasil parameter *gain* dan *directivity* dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



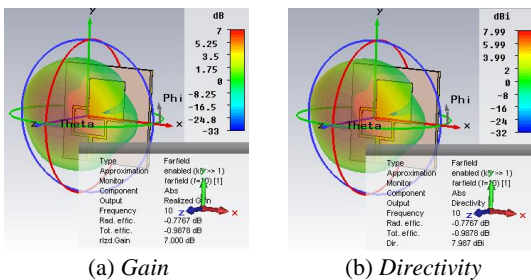
Gambar 5. Distribusi Arus Permukaan

Tabel 3. Hasil Parameter Antena di Frekuensi 10 GHz

Metode	Gain (dB)	Direktivitas (dBi)	Efisiensi
Diagonal Slot	5,25	7.553	0,695
Truncated Square	5,89	7.670	0,768
Dual-feed	7	7.987	0,876

Tabel 4. Hasil Parameter Antena di Frekuensi 14 GHz

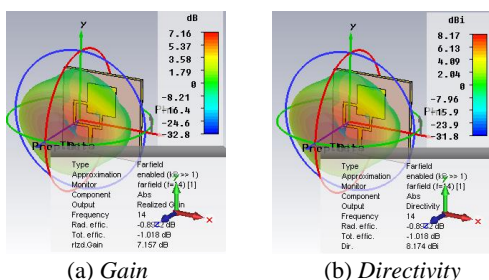
Metode	Gain (dB)	Direktivitas (dBi)	Efisiensi
Diagonal Slot	5,26	7.586	0,693
Truncated Square	5,7	7.809	0,73
Dual-feed	7,16	8.174	0,876



(a) Gain

(b) Directivity

Gambar 6. Parameter Metode Dual-Feed Frekuensi 10 GHz



(a) Gain

(b) Directivity

Gambar 7. Parameter Metode Dual-Feed Frekuensi 14 GHz

Pada Gambar 6a dan 7a, nilai *gain* tertinggi dilihat dari permukaan polaradiasi yang menghasilkan warna merah. Hal yang sama dengan nilai *directivity* yang ditunjukkan pada Gambar 6b dan Gambar 7b. Gambar 6 merupakan hasil rancangan di frekuensi 10 GHz dengan besar *gain* 7 dB dan besar *directivity* 7,99 dBi. Sedangkan Gambar 7 merupakan hasil rancangan di frekuensi 14 GHz dengan besar *gain* 7,16 dB dan besar *directivity* 8,17 dBi.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan dari proses perancangan metode pembentukan polarisasi sirkular di antaranya adalah:

1. Metode *dual-feed* menghasilkan *axial ratio* sebesar 2,34 dB, VSWR sebesar 1,136 dengan *gain* 7 dB untuk frekuensi 10 GHz. Untuk frekuensi 14 GHz menghasilkan *axial ratio* sebesar 2,48 dB, VSWR sebesar 1,42 dengan *gain* 7,16 dB
2. Metode *truncated square* menghasilkan *axial ratio* sebesar 2,579 dB, VSWR sebesar 1,269 dengan *gain* 5,89 dB di frekuensi 10 GHz. Untuk frekuensi 14 GHz menghasilkan *axial ratio* sebesar 2,676 dB, VSWR sebesar 1,312 dengan *gain* 5,7 dB.
3. Metode *diagonal slot* menghasilkan *axial ratio* sebesar 2,579 dB, VSWR sebesar 1,486 dengan *gain* 5,25 di frekuensi 10 GHz. Untuk frekuensi 14 GHz menghasilkan *axial ratio* sebesar 2,676 dB, VSWR sebesar 1,162 dengan *gain* 5,26 dB.
4. Urutan metode yang menghasilkan *axial ratio* paling optimal dan *gain* paling tinggi adalah metode *dual-feed*, kemudian metode *truncated square*, dan terakhir metode *diagonal slot*

V. Daftar Pustaka

- [1] C. a. Balanis, "Previous Page 334," *Antenna Theory Anal. Des. Third Ed. by Constantine A. Balanis*, 2005.
- [2] A. A. Deshmukh, N. K. A. Lele, and A. A. Desai, "Design of Slot Cut Circularly Polarized Rectangular Microstrip Antenna," *Commun. Appl. Electron.*, no. Icct, pp. 10–14, 2015.
- [3] D. O. Pelawi and A. H. Rambe, "Menggunakan Ansoft," vol. 3, no. 1, pp. 5–10, 2013.
- [4] A. D. Novella, H. Wijanto, and A. D. Prasetyo, "Dual-feed circularly polarized microstrip antenna for S-Band transmitter of Synthetic Aperture Radar (SAR) system," in *14th International Conference on QiR (Quality in Research), QiR 2015 - In conjunction with 4th Asian Symposium on Material Processing, ASMP 2015 and International Conference in Saving Energy in Refrigeration and Air Conditioning, ICSERA 2015*, 2016.
- [5] S. Alam and U. Trisakti, "Perancangan Antena Mikrostrip Truncated Corner Untuk Aplikasi Lte 2 . 300 Mhz Dengan Polarisasi Melingkar," vol. 06, no.

-
- 24, pp. 381-388, October, 2017.
- [6] A. A. Deshmukh, D. Singh, and P. Verma, "Analysis and design of circular slot cut corner truncated rectangular microstrip antenna," in *Proceeding of IEEE - 2nd International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics, IEEE - AEEICB 2016*, 2016.
- [7] H. Wijanto, Y. Wahyu, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Perancangan N Dan Realisasi Su Suna N M Ik Rostrrip X-B and Untuk Aplik Asi Radar M Aritim Design and Realizatio N of X-Band Microstrip Array for Ma Ritime," vol. 2, no. 2, pp. 2520–2531, 2015.
- [8] H. Madiawati and J. Suryana, "Desain dan Implementasi Antena Mikrostrip VSAT Bergerak pada Frekuensi Downlink Ku Band," *J. Elkomika*, 2016.
- [9] S. Alam, I. Surjati, and Y. K. Ningsih, "Patch modification and slot arrangement of microstrip antenna for improving the axial ratio," in *2017 International Conference on Broadband Communication, Wireless Sensors and Powering, BCWSP 2017*, 2018.
- [10] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, and A. Ittipiboon, *Microstrip antenna design handbook*. 2001.