DESAIN ANTENA MIKROSTRIP *E-SHAPED PATCH* PADA FREKUENSI 5500 MHz UNTUK WIFI

Fitri Elvira Ananda¹, Shita Fitria Nurjihan², dan M. Arif Rahman³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

fitri.ananda@elektro.pnj.ac.id, shita.fitrianurjihan@elektro.pnj.ac.id, muhammad.arifrahman.te18@mhsw.pnj.ac.id

Copresponent Author : *fitri.ananda@elektro.pnj.ac.id*

Abstract — Modifying the shape of the patch microstrip antenna is one way to solve the narrow bandwidth. E-Shaped patch microstrip antenna is obtained by modifying a rectangular patch microstrip antenna. The results on this research have successfully compared the design and simulation antenna parameters between rectangular patch and E-shaped patch. It uses FR-4 as a substrate and works on 5500 MHz frequency for WiFi. The feeding method using a feedline method. The E-shaped patch microstrip antenna has a VSWR value of 1.04 and the antenna return loss is -33.73 dB, better than the rectangular patch. The gain of E-shaped patch is increased by almost 2.5 times and the bandwidth is increased by 10.18% compared to the rectangular patch. The radiation pattern of the two patches has the same directional radiation pattern.

Keyword — Antenna, bandwidth, mikrostrip, E-shaped, WiFi, 5500MHz.

Abstrak — Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi bandwidth yang sempit pada antena mikrostrip adalah dengan melakukan modifikasi bentuk patch. Antena E-shaped patch diperoleh dengan cara memodifikasi antena rectangular patch. Hasil yang dicapai dalam penelitian ini adalah telah berhasil membandingkan parameter antena berdasarkan desain dan simulasi rectangular patch dengan E-shaped patch, menggunakan bahan FR-4 sebagai substrat dan bekerja pada frekuensi 5500 MHz yang dapat diaplikasikan pada WiFi. Teknik pencatutan yang digunakan yaitu metode feedline. Antena mikrostrip E-shaped patch memiliki nilai VSWR 1.04 dan return loss antena adalah -33.73 dB, lebih baik dibanding rectangular patch. Gain E-shaped patch meningkat hampir 2.5 kali lipat dan bandwidth meningkat 10.18% dibanding rectangular patch. Pola radiasi kedua patch tersebut sama-sama memiliki pola radiasi direksional.

Kata kunci — Antena mikrostrip, bandwidth, E-shaped patch, WiFi, 5500MHz.

I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi wireless merupakan sistem komunikasi dengan media transmisi berupa propagasi gelombang elektromagnetik tanpa harus terkoneksi dengan kabel. Salah satu aplikasi dari sistem ini adalah *Wireless Fidelity* (WiFi) yang menggunakan standar IEEE 802.11. WiFi merupakan salah satu standar komunikasi nirkabel yang paling populer di pasaran, teknologi ini banyak digunakan baik di perkantoran, pusat perbelanjaan, kampus maupun tempat umum lainnya. Dalam penerapannya, antena adalah salah satu perangkat yang digunakan untuk

mengakses WiFi karena berfungsi sebagai suatu piranti yang digunakan untuk mengirimkan dan menerima gelombang radio dalam medium bebas untuk dipancarkan [1].

Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal (*patch*) yang menempel diatas ground plane yang diantaranya terdapat bahan dielektrik. Melalui beberapa dekade penelitian, diketahui bahwa kemampuan beroperasi antena mikrostrip diatur oleh bentuknya [1]. Keuntungan antena mikrostrip adalah mempunyai penampang yang tipis, ukuran yang kecil dan ringan, sangat mudah difabrikasi, selaras dengan permukaan nonplanar, sangat murah karena hanya dengan menggunakan papan cetak sirkuit, strukturnya sangat kuat. Disamping terdapat kelemahan antena mikrostrip adalah gain dan efisiensi yang rendah serta bandwidth yang sempit [2]. Namun, bandwidth antena yang sempit ini dapat ditingkatkan dengan berbagai metode seperti meningkatkan ketebalan substrate dengan nilai dielektrik konstan yang rendah, dengan probe feeding memotong slot, serta dengan mencoba antena dengan bentuk-bentuk yang berbeda [1].

Saat ini, semakin banyak bentuk patch yang dimodifikasi untuk memperoleh desain dan hasil yang optimal sesuai dengan pengaplikasiannya. Salah satu jenis modifikasi patch antena pada mikrostrip adalah patch berbentuk huruf E (E-shaped). Antena E-shaped patch adalah antena mikrostrip persegi panjang yang memodifikasi radiator patch untuk meningkatkan bandwidth sehingga berkarakteristik wideband. Jika dibandingkan dengan antena modifikasi patch lainnya, antena E-shaped memiliki bandwidth yang paling lebar hingga mencapai 30% bandwidth serta lebih mudah direalisasikan [4].

Dari studi literatur diatas, pada penelitian ini mendesain antena mikrostrip dengan patch berbentuk E-shaped dan membandingkan dengan antena mikrostrip patch rectangular sebagai pengembangan penelitian yang dilakukan oleh [1]. Parameter desain menggunakan standar antena yang direkomendasikan untuk teknologi WiFi, sehingga hasil desain ini nantinya dapat diaplikasikan pada WiFi yang bekerja pada frekuensi 5500 MHz. Perancangan dan simulasi antena menggunakan software CST Studio Suite 2018.

II. METODE PENELITIAN

Pada gambar 1 menunjukkan tahapan diagram alir proses perancangan antenna mikrostrip *patch* E- shaped pada frekuensi 5500 MHz. Antena mikrostrip E-shaped yang akan dirancang untuk WIFI pada frekuensi 5500 MHz terdapat beberapa parameter atau spesifikasi yang dijadikan patokan sebagai kelayakan performansi antenna. Spesifikasi tersebut adalah:

- Frekuensi kerja : 5500 MHz
- Gain : ≥ 3 dBi
- VSWR : ≤ 2
- Impedansi saluran : 50Ω
- Pola Radiasi : Direksional

Material substrat yang digunakan antenna ini adalah FR-4 Epoxy yang memiliki nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) sebesar 4.3 dan ketebalan bahan (h) 1.6 mm. Selain itu, bahan jenis FR-4 lebih mudah ditemukan di pasaran dan harga yang terjangkau. Setelah ditentukan spesifikasi antenna maka tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan dimensi antenna.

Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Simulasi

Perhitungan pada antenna E-shaped diperlukan untuk mengetahui seberapa besar dimensi antenna yang akan disimulasikan kemudian setelah itu dilakukan perancangan

antenna. Perhitungan antenna mencakup dua bagian, yaitu dimensi *patch* dan juga dimensi groundplane. Geometri antenna mikrostrip E-shape ditunjukkan pada gambar 2 [5].

Gambar 2. Geometri antenna E-Shape *patch*

Dimensi *patch* untuk elemen antenna mikrostrip E-shaped menggunakan dasar elemen *patch* persegi atau *rectangular*, dengan persamaan berikut ini [6].

Persamaan menghitung lebar *patch* (W):

$$W = \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}}$$

ϵ_r = karakteristik permitivitas relatif

c = kecepatan cahaya (m/s)

f = frekuensi kerja

Untuk menentukan panjang *patch* (L) diperlukan diperlukan parameter ΔL yang merupakan pertambahan dari panjang (L) akibat *fringing effect*. Pertambahan panjang dari L (ΔL) dirumuskan sebagai berikut [6]:

$$\Delta L = 0.412 \left(\frac{\epsilon_{reff} + 0.3}{\epsilon_{reff} - 0.258} \right) \left(\frac{W}{hs} + 0.264 \right) \left(\frac{W}{hs} + 0.8 \right)$$

Dimana hs merupakan ketebalan substrate (mm) dan ϵ_{reff} adalah konstanta dielektrik efektif [8]:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\left(1 + \frac{12h}{W} \right)^{-1/2} \right]$$

Dengan demikian panjang *patch* (L) diberikan oleh [6]:

$$L = \frac{C}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L$$

Ukuran groundplane sama dengan ukuran substrate, menggunakan rumus:

$$W_g = 6h + W_{patch}$$

$$L_g = 6h + L_{patch}$$

$$L_g = \text{Panjang groundplane (mm)}$$

$$W_g = \text{Lebar groundplane (mm)}$$

Sebelum menghitung W_s (lebar transmisi) perlu dihitung nilai B (besar impedansi pada saluran) dengan nilai impedansi beban ($Z_0 = 50 \Omega$) seperti pada persamaan [7]:

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$W_s = \frac{2h}{\pi} \left(B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \ln(B - 1) + 0,39 + \frac{0,61}{\epsilon_r} \right)$$

Sedangkan untuk menghitung L_f (panjang transmisi) dapat menggunakan persamaan [7]:

$$\lambda_g = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4}$$

λ_g = Panjang gelombang (m)

Setelah dimensi dari *patch* rectangular didapatkan, selanjutnya adalah menentukan dimensi dari celah pada ujung tepi antenna yang berperan penting dalam hal mengontrol lebar frekuensi dari antenna yang akan didapat. Ada beberapa parameter yang harus diperhatikan untuk mendapatkan E-shaped *patch* yaitu panjang celah (L_s), lebar celah (W_s) dan juga letak titik pencatutan antenna. Persamaan untuk menentukan besar dimensi celah tidak ada yang pasti sehingga harus dilakukan dengan metoda *trial and error* sehingga didapatkan nilai yang paling optimum sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Tabel I.
Dimensi antenna mikrostrip E-shaped

Parameter	Ukuran (mm)
Lebar substrat (W_g)	26,293
Panjang substrat (L_g)	23,505
Lebar <i>patch</i> (W)	16,693
Panjang <i>patch</i> (L)	13,905
Ketebalan substrat (hs)	1,6
Ketebalan <i>patch</i> (hp)	0,035
Lebar celah (W_s)	8,3
Panjang celah (L_s)	3
Lebar transmisi (W_f)	1,625
Panjang transmisi (L_f)	6,576

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Antena mikrostrip rectangular dan E-shape ini menggunakan copper (annealed) sebagai bahan untuk *patch* dan FR-4 (lossy) sebagai bahan substrat. Teknik pencatutan daya yang digunakan yaitu metode *feed line*. Teknik pencatutan mikrostrip *feed line* lebih mudah dalam proses

pabrikasi karena elemen pencatu dicetak pada substrat yang sama dengan *patch* antenna. Penyepadanan impedansi pada teknik ini juga lebih sederhana, *patch* antenna dicatu pada bagian tepi sehingga impedansi pada tepi *patch* harus *match* dengan impedansi dari saluran supaya terjadi transfer daya maksimum. Hasil desain antenna mikrostrip E-shape yang dirancang dengan menggunakan software CST seperti yang terlihat pada gambar 3.

Gambar 3. Hasil Desain Antena Mikrostrip Rectangular dan Mikrostrip E-Shaped

Setelah dilakukan proses simulasi, maka didapatkan nilai-nilai parameter yang ada. Namun dari parameter-parameter tersebut ada beberapa yang belum memenuhi standar yang ditetapkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimasi pada antenna sehingga parameter tersebut memenuhi standar yang ada. Optimasi dilakukan dengan mengubah ukuran panjang dan lebar celah 1 dan celah 2.

Data parameter dari hasil simulasi yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Return Loss (S-Parameter)

Nilai koefisien refleksi (Return Loss / S-Parameter) yang didapatkan dari simulasi yaitu sebesar -16.54 dB untuk *patch* rectangular dan -33.73086 untuk E-shaped *patch*. Nilai return loss ini sudah memenuhi standar yang ada yaitu ≤ -10 dB.

Gambar 4. Pola Radiasi Rectangular Patch (kiri) & E-Shaped Patch (kanan)

b. VSWR

Nilai VSWR yang dihasilkan pada frekuensi kerja 5500 MHz yaitu sebesar 1.34 untuk *patch* rectangular dan 1.042026 untuk E-shaped *patch*. Nilai VSWR ini sudah memenuhi standar yang ada yaitu ≤ 2 artinya tidak banyak daya yang dipantulkan kembali ke pemancar. Dari hasil simulasi bisa disimpulkan bahwa nilai VSWR antenna dengan E-shaped *patch* lebih baik dibanding antenna rectangular *patch*.

c. Pola Radiasi & HPBW

Pola radiasi yang dihasilkan oleh antenna *patch* rectangular dan E-shaped *patch* yaitu direksional artinya antenna memancarkan radiasi efektif ke satu arah dibanding arah lainnya. Pola radiasi direksional juga sudah memenuhi spesifikasi yang diharapkan dari antenna yang digunakan untuk WiFi. Sedangkan nilai HPBW yaitu 101 deg dan 79.1 deg seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Gambar 5. Pola Radiasi Rectangular *Patch* (kiri) & E-Shaped *Patch* (kanan)

d. Bandwidth

Nilai *bandwidth* diperoleh dari simulasi return loss dengan menghitung selisih frekuensi atas dan frekuensi bawah pada saat titik return loss berada pada nilai -10dB. Untuk antenna *patch* rectangular diperoleh *bandwidth* sebesar 110 MHz dan E-shaped *patch* sebesar 121.2 MHz.

e. Gain

Nilai gain (penguatan) yang dihasilkan oleh antenna *patch* rectangular dan E-shaped *patch* yaitu 1.43 dB dan 3.59 dB. Terbukti kembali bahwa gain E-shaped *patch* lebih baik dibanding rectangular *patch*.

Perancangan antenna mikrostrip E-shape *patch* menghasilkan *bandwidth* sekitar 11 Mhz lebih lebar, peningkatan pada gain yang cukup signifikan sehingga nilai return loss mengalami penurunan. Begitu juga dengan nilai VSWR semakin mendekati ideal. Hal ini membuktikan bahwa modifikasi *patch* merupakan salah satu cara untuk meningkatkan nilai parameter antenna. Perbandingan parameter-parameter antenna rectangular *patch* dan E-shaped *patch* pada frekuensi 5500 MHz yang sudah disimulasikan dapat disimpulkan pada Tabel II berikut ini.

Tabel II
Perbandingan Parameter Hasil Simulasi

Parameter	Rectangular Patch	E-Shaped Patch
VSWR	1.34	1.04
Return Loss	-16.54 dB	-33.73 dB
Pola Radiasi	Directional	Directional
HPBW	101 deg	79.1 deg
Gain	1.43 dB	3.59 dB
Bandwidth	110 MHz	121.2 MHz

IV. KESIMPULAN

Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa antenna mikrostrip E-shaped *patch* yang didesain untuk WiFi di frekuensi 5500 MHz menghasilkan nilai-nilai parameter yang lebih baik dibandingkan dengan rectangular *patch*. Nilai return loss yang diperoleh adalah -33.73 dB sehingga menyebabkan nilai VSWR menjadi lebih baik yaitu 1.04. Gain antenna mikrostrip E-shaped *patch* juga meningkat 2.5 kali dari gain rectangular *patch*. Pola radiasi yang dihasilkan sama-sama direksional dengan beamwidth antenna E-shaped *patch* lebih sempit sekitar 20 deg, hal ini yang menyebabkan peningkatan gain. Sedangkan untuk bandwidth, terjadi peningkatan sebesar 10.18 % dengan memodifikasi *patch* rectangular menjadi E-shaped *patch*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh dana DIPA Politeknik Negeri Jakarta tahun 2021 dengan skema Penelitian Mandiri.

DAFTAR ACUAN

- [1] Abdurrahman, F. "Desain Antena Mikrostrip Rectangular Untuk Wifi Pada Frekuensi 2,462 GHz dan 5,52 Ghz", UII Yogyakarta, 2018.
- [2] K. Wong, "Compact Circularly Polarized Mikrostrip Antennas. Compact Broadband Mikrostrip Antennas", pp. 162–220, 2002.
- [3] P. Akila, P. Akshaya, L. Aparna, dan J. M. S. Mol, "Design and Analysis of Mikrostrip Patch Antenna Using Alumina and Paper Substrate for WiFi Application", 2018.
- [4] Angelya E, Nugroho B.S, Wahyu Y, "Perancangan dan Implementasi Antenna Wideband E-Shaped Pada Frekuensi 1.8 GHz - 2.4 GHz", Universitas Telkom, 2011.
- [5] Dubhele S, Hogade B.G, "Designing Of E-Shaped Mikrostrip Patch Antenna for better Performance", International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol.6. 2016.
- [6] Pozar D.M., Schaubert D.H, "Mikrostrip Antennas: The Analysis and Design of Mikrostrip Antennas and Arrays", John Wiley & Sons, 1995.
- [7] A. Farooqi, F. Zaelani, R. Kariadinata, dan M. Ramdhani, "On The Design of Array Mikrostrip Antenna with S-Band Frequency for Radar Communication", IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 2018, vol. 288, p. 012006.
- [8] Balanis, C.A, "Antenna Theory Analysis and Design", Edisi Ketiga, New Jersey: John Wiley & Sons.Inc, 2005..
- [9] P. S. Nakar. "Design of a Compact Mikrostrip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular Devices". 2004.
- [10] E. Authors'Addresses Stephen. Deering Cisco Systems, Inc. 170 West Tasman Drive San Jose, CA 95134-1706 USA Brian D. Zill Microsoft Res. One Microsoft Way Redmond WA, pp. 98052–6399.