

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN T-SHAPE BENTUK SLOT PADA JARINGAN SELULAR 5G

¹⁾Elang Rimba Briantoko, ¹⁾Rohim Aminullah Firdaus ¹⁾Dzulkiflih ¹⁾Muhimmatul Khoiro
²⁾Nanang Winarno

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: elang.20057@mhs.unesa.ac.id

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: rohimfirdaus@unesa.ac.id

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: dzulkiflih@unesa.ac.id

¹⁾Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, email: muhimmatulkhoiro@unesa.ac.id

²⁾Program Studi Sain, FMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, email: nanang_winarno@upi.edu

Abstrak

Artikel penelitian ini membahas tentang antenna patch mikrostrip yang dibuat untuk komunikasi nirkabel. Bahan substrat yang digunakan yaitu FR-4 (*lossy*) dengan permitivitas dielektrik 4,3. Antena ini dirancang dengan menggunakan software CST Studio Suite. Tiga desain antenna patch mikrostrip yang ukurannya kecil, mudah difabrikasi, dan biaya yang murah telah dianalisis dalam artikel ini. Dari ketiga antenna yang diusulkan memiliki return loss -41,39 dB, -43,78 dB, dan -44,37 dB dengan bandwidth sebesar 2,078663 GHz, 1,986553 GHz, dan 2,082676 GHz pada return loss dibawah -10 dB. Direktivitas yang diperoleh sebesar 2,37 dBi, 2,88 dBi, dan 2,88 dBi. Antena ini dapat diaplikasikan pada sistem radar, ponsel, dan aplikasi LAN nirkabel.

Kata Kunci: *FR-4, Return loss, Bandwidth, Direktivitas*

Abstract

This research article discusses a microstrip patch antenna that was made for wireless communication. The substrate material used is FR-4 (*lossy*) with a dielectric permittivity of 4.3. This antenna was designed using using CST Studio Suite software. Three microstrip patch antenna designs that are small size, easy to fabricate, and low cost have been analyzed in this article. this article. The three proposed antennas have return loss of -41.39 dB, -43.78 dB, and -44.37 dB with bandwidths of 2.078663 GHz, 1.986553 GHz, and 2.082676 GHz at return loss below -10 dB. The directivity obtained is 2.37 dBi, 2.88 dBi, and 2.88 dBi. This antenna can be applied to radar systems, cell phone, and wireless LAN applications.

Keywords: *FR-4, Return loss, Bandwidth, Directivity*

I. PENDAHULUAN

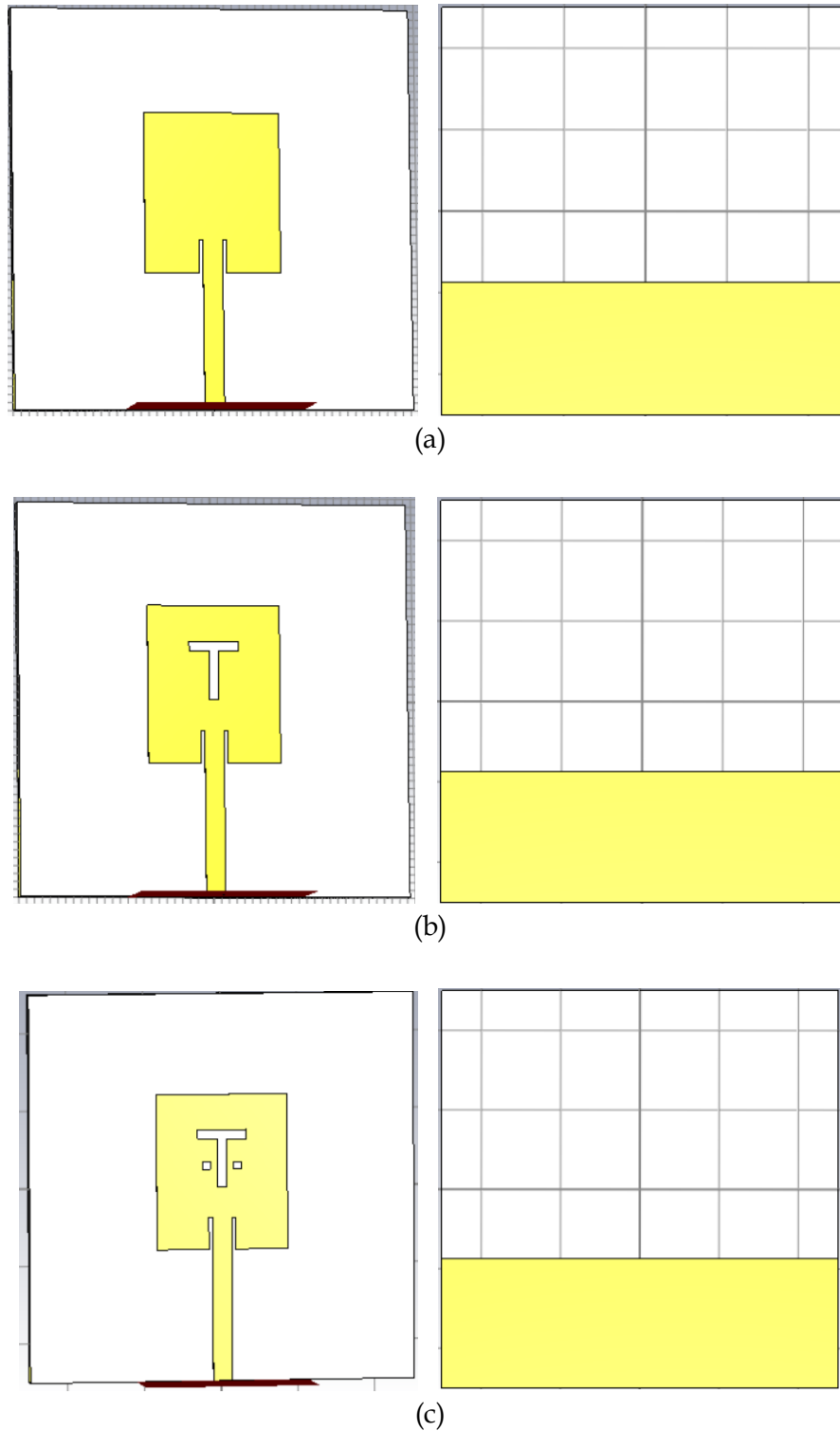
Seiring dengan berkembangnya teknologi komunikasi sangat berpengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan manusia akan sistem komunikasi yang memiliki transfer data berkecepatan tinggi, efisien, dan berkualitas. Teknologi komunikasi saat ini yang berkembang adalah teknologi 5G. Dalam pengaplikasian teknologi 5G membutuhkan komponen perangkat elektronik yang mendukungnya. Salah satu komponen perangkat elektronik yang mendukung adalah antena. Antena mikrostrip merupakan pilihan yang cocok untuk aplikasi 5G (Rana, Avi, et al., 2022). Atau disebut juga antena *patch* desain yang baru dipatenkan pada tahun 1955. Saat ini beberapa makalah berfokus pada antena *patch* mikrostrip yang bekerja pada frekuensi 5G (Ferdous et al., 2019; Jin et al., 2019; Trinh et al., 2016; Wen et al., 2019). Struktur dari antena mikrostrip terdiri dari 3 bagian yaitu *patch*, substrat, dan *ground plane*. Elemen *patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik. Bentuk *patch* bermacam-macam seperti persegi panjang, persegi, lingkaran dan segitiga. Elemen substrat adalah bagian dielektrik yang membatasi elemen *patch* dengan *ground plane*. Yang terakhir yaitu elemen *ground plane* atau pentanahan bagi sistem antena mikrostrip (Nataraj & Prabha, 2021; Rana, Hossain, et al., 2022; Rana, Rana, et al., 2022). Dua hal terpenting yang mempengaruhi seberapa baik antena mikrostrip bekerja, yaitu ukuran dan bentuk *patch* (Malik, P.K et al., 2021).

Antena mikrostrip sangat populer karena bentuknya yang kecil, ringan, mudah difabrikasi, dan lain-lain. Akan tetapi antena mikrostrip juga mempunyai kelemahan seperti *bandwidth* yang sempit, gain dan direktivitas yang kecil, serta efisiensi yang rendah (Siripuram et al., 2023). Menambahkan slot pada antena bisa memperbesar nilai *bandwidth*. Ada banyak macam-macam bentuk slot seperti W, L, U, dan C (Bhattacharya et al., 2020; Hossain et al., 2023; Pirooj et al., 2017).

Penelitian sebelumnya tentang antena *patch* bentuk *rectangular* telah memberikan pemahaman mengenai karakteristik dan performa antena tersebut. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa antena *patch rectangular* memiliki *bandwidth* yang lebar dan *return loss* (RL) yang kecil (Jidney et al., 2020; Rohan et al., 2023). Dalam paper ini, untuk mengatasi permasalahan antena mikrostrip *patch rectangular* dengan *return loss* yang kecil dan *bandwidth* yang sempit, maka diusulkan rancangan antena mikrostrip dengan slot berbentuk huruf T. Tujuannya adalah untuk meningkatkan nilai dari *return loss* dan *bandwidth*.

II. DESAIN ANTENA

Radiasi gelombang elektromagnetik dapat dikirim dan diterima menggunakan antena *patch* mikrostrip (Rana, Hossain, et al., 2022). Bagian ini membahas desain dan simulasi antena *patch* mikrostrip dengan menggunakan software *Computer Simulation Technology* (CST). Ada 3 desain antena yang dirancang menggunakan software tersebut seperti Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Desain tampak depan dan belakang dari (a) Antena 1, (b) Antena 2, dan (c) Antena 3

Ground, substrat, *patch*, dan *feed* adalah empat komponen penting dalam pembuatan antena. Bahan dari antena ini menggunakan FR-4 (*lossy*). Permittivitas dielektrik substrat adalah 4,3 dan ketebalannya 0,035 mm. Tabel 1 dibawah ini merupakan ukuran dari dimensi antena:

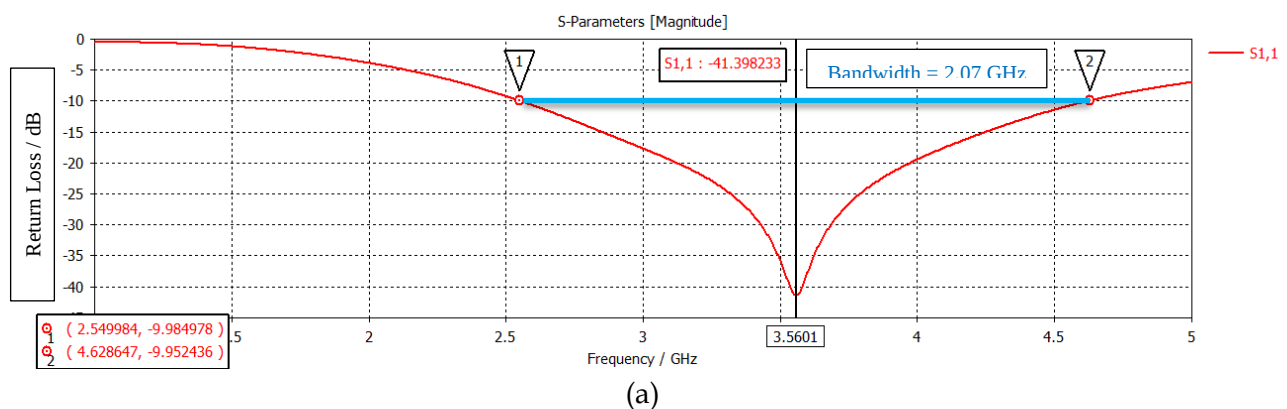
Tabel 1. Ukuran dimensi antena

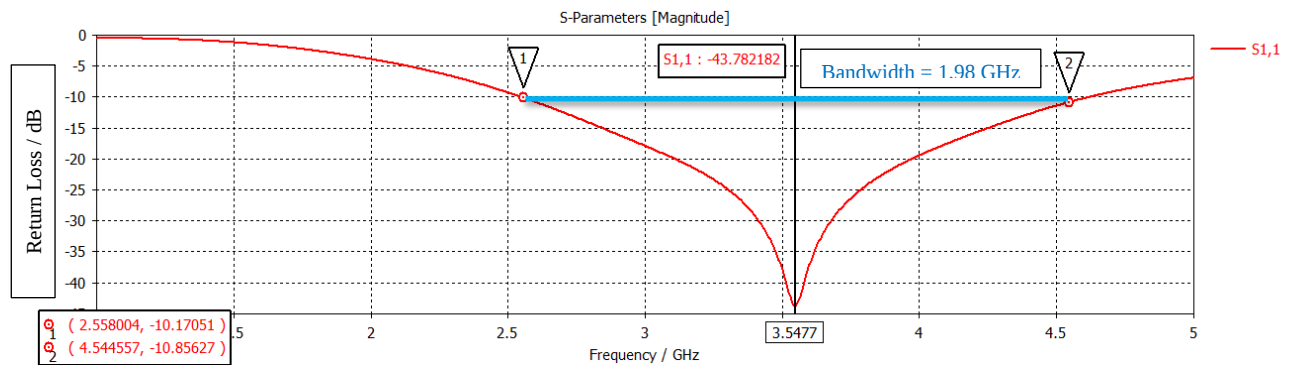
Dimensi	Ukuran (mm)	Dimensi	Ukuran (mm)
Ws	50	Mt	0,035
Ls	50	InL	4,11
Wp	17	InW	0,5
Lp	20	K1, K2	0,5
Wm	2,475	T1	0,6
Lm	17	T2	7,4
Lg	16,3	T3	3,15
Hs	1,6	T4	1,2

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

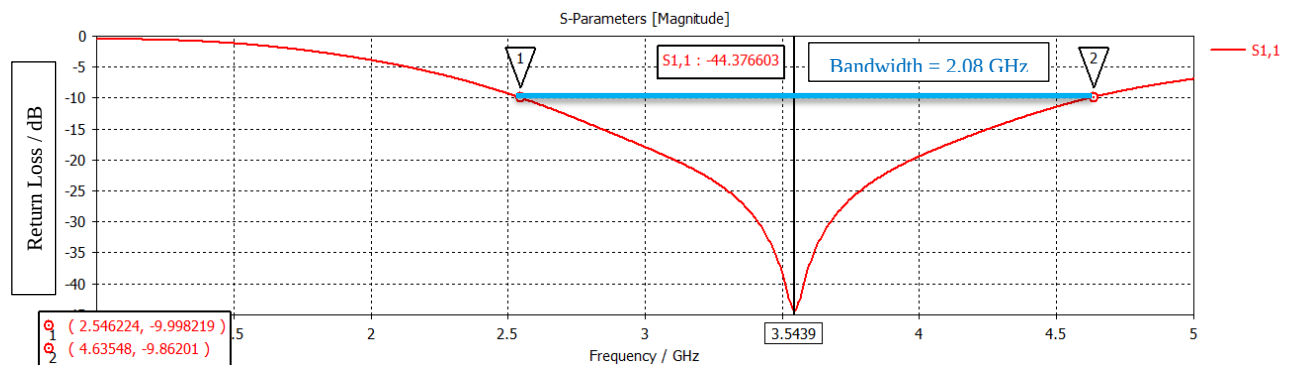
A. Return Loss

Return Loss adalah besaran daya pantul yang dikarenakan oleh tidak matchnya beban dengan *transmission line* dalam dB. Besarnya *return loss* sangat bergantung pada faktor refleksi yaitu perbandingan antara tegangan yang dipantulkan dengan tegangan yang datang dari sumber (Rana, Hossain, et al., 2022). Pada Gambar 2 dibawah merupakan kurva dari *return loss* dan frekuensi dari masing-masing antena. Antena pertama memiliki *return loss* -41,39 dB yang bekerja pada frekuensi 3,5601 GHz dengan *bandwidth* 2,078663 GHz. Antena kedua memiliki *return loss* -43,78 dB yang bekerja pada frekuensi 3,5477 GHz dengan *bandwidth* 1,986553 GHz. Dan antena ketiga memiliki *return loss* -44,37 dB yang bekerja pada frekuensi 3,5439 GHz dengan *bandwidth* 2,082676 GHz.





(b)

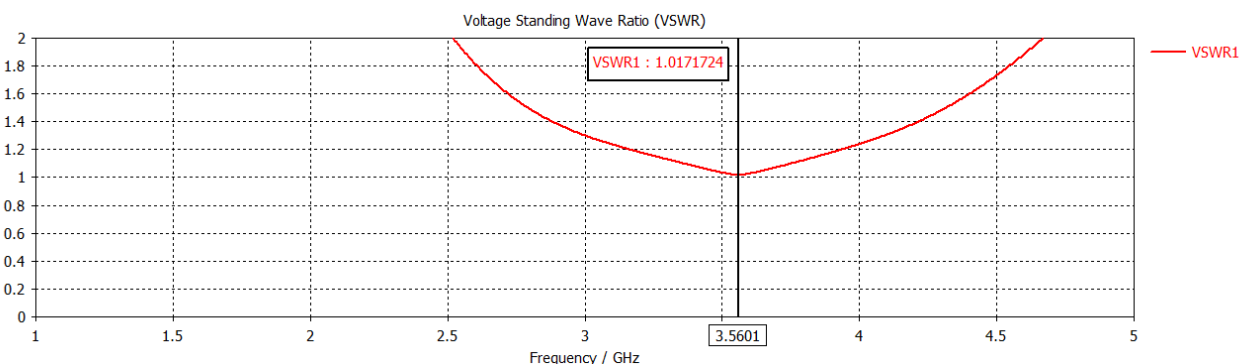


(c)

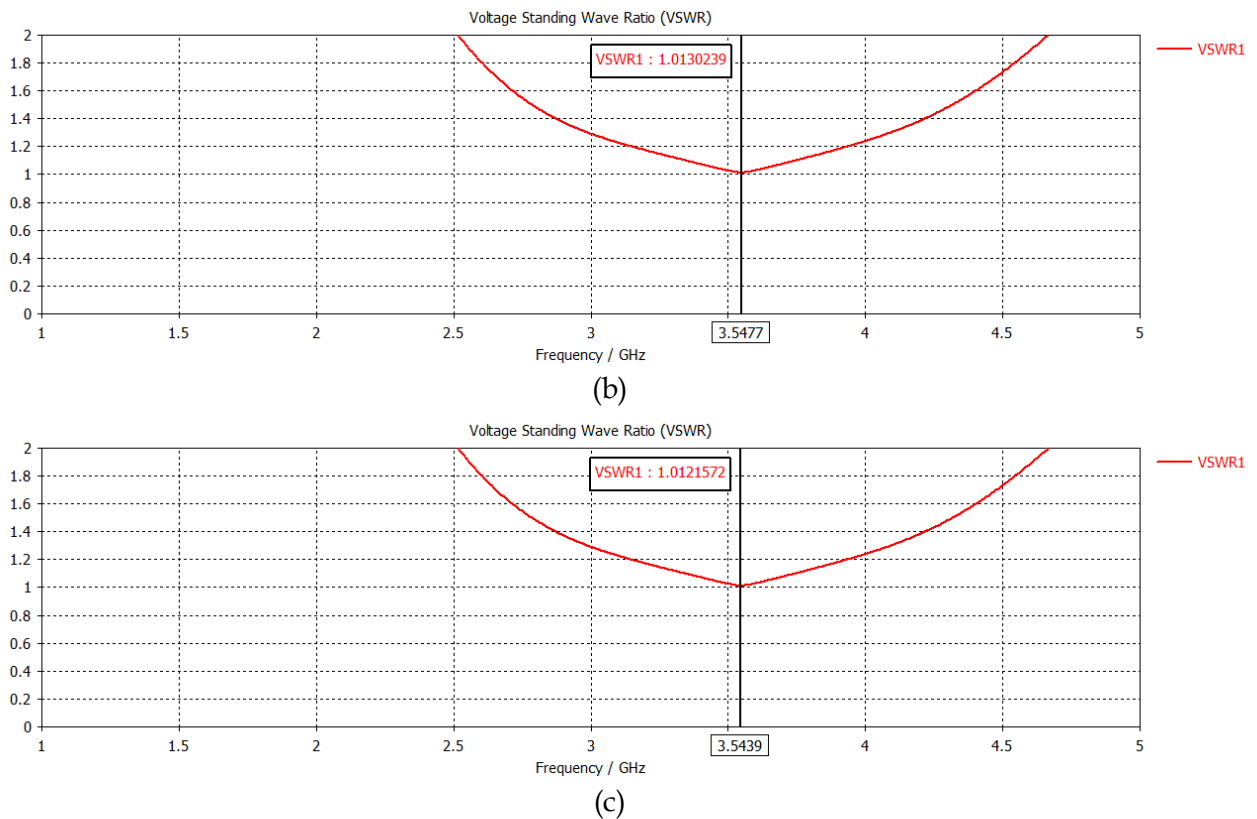
Gambar 2. Return loss dari (a) Antena 1, (b) Antena 2, dan (c) Antena 3

B. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR antena didefinisikan sebagai perbandingan antara tegangan maksimum dengan tegangan minimum pada saluran transmisi. Angka VSWR idealnya dijaga serendah mungkin untuk kinerja optimal (Bhargava et al., 2020). Idealnya VSWR bernilai satu, karena ini merepresentasikan suatu keadaan yang disesuaikan (*matched*), dan pengaturan-pengaturan praktis pada saluran RF sering ditujukan untuk membuat VSWR yang minimum. Bilangan dari VSWR selalu nyata, yaitu bilangan yang tidak mempunyai bagian imajiner. Pada Gambar 3 dibawah merupakan plot nilai VSWR dari masing-masing antena yang nilainya mendekati satu. Antena pertama pertama memiliki nilai VSWR 1,0171. Antena kedua memiliki nilai VSWR 1,0130. Dan antena ketiga memiliki nilai VSWR 1,0121.



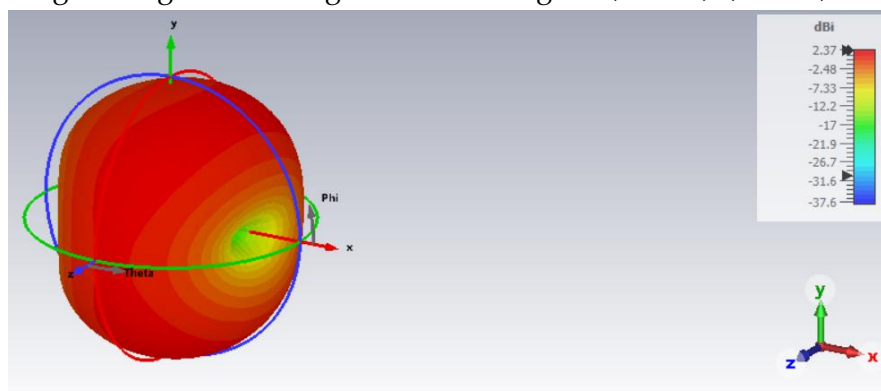
(a)



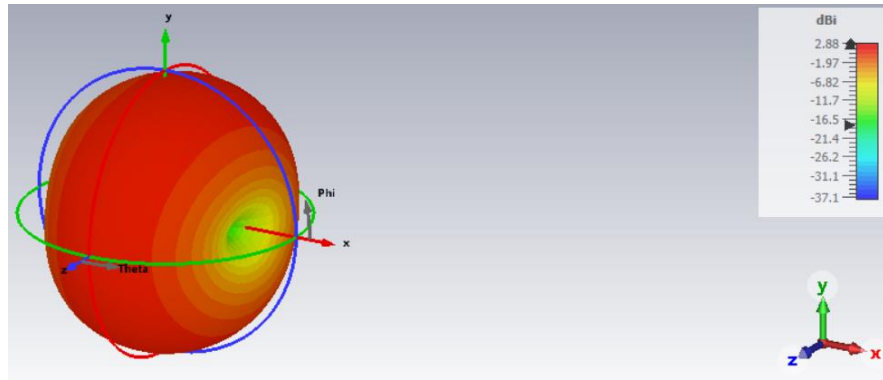
Gambar 3. VSWR dari (a) Antena 1, (b) Antena 2, (c) Antena 3

C. Pola Radiasi

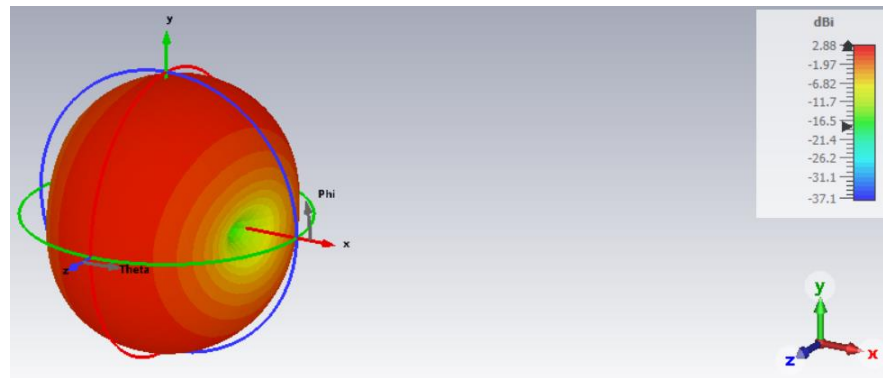
Pola radiasi didefinisikan sebagai pernyataan grafis yang menggambarkan sifat radiasi suatu antena pada fungsi koordinat ruang. Pola radiasi disebut juga pola medan (*field pattern*) dan digambarkan sebagai fungsi korrdinat arah. Pola Radiasi antena merupakan parameter yang menunjukkan bagaimana propagasi sinyal yang dilepaskan atau diterima oleh antena. Banyak orang yang setuju bahwa pola radiasi unik pada antena mikrostrip dapat digunakan untuk menilai kualitasnya (Rappaport et al., 2013). Ini adalah metrik yang penting karena memungkinkan anda mengetahui seberapa baik antena bekerja. Gambar 4 dibawah menunjukkan pola radiasi tiga dimensi dari masing-masing antena dengan direktivitas gain 2,37 dBi, 2,88 dBi, dan 2,88 dBi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Pola radiasi dari (a) Antena 1, (b) Antena 2, dan (c) Antena 3

IV. PENUTUP

Antena *patch* mikrostrip dengan tiga desain berbeda untuk aplikasi 5G telah disajikan dan dianalisis dalam artikel ini. Antena yang diusulkan memiliki *return loss* -41,39 dB, -43,78 dB dan -44,37 dB dengan *bandwith* 2,078663 GHz, 1,986553 GHz dan 2,082676 GHz pada *return loss* -10 dB. Direktivitas yang diperoleh 2,37 dBi, 2,88 dBi, dan 2,88 dBi. Metode desain yang diterapkan sesuai dengan antena untuk aplikasi nirkabel (*wireless*) atau selular 5G karena hasil yang diperoleh memenuhi batasan desain yang menggabungkan S_{11} minimum dan VSWR yang rendah pada frekuensi yang diinginkan yaitu 3,5 GHz.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhargava, D. S., Padmavathy, T. V., Reddy, Y. V., Kavitha, N., & Hema, V. (2020). Design and Simulation of MIMO Antennas for Mobile Communication. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 994(1), 2–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/994/1/012033>
- Bhattacharya, A., De, A., Roy, B., & Bhattacharjee, A. K. (2020). Compact, printed, UWB, fiberglass textile antenna with quadruple band-notched characteristics for WLAN/WiMAX. *2020 XXXIIIrd General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science*, 1–7. <https://doi.org/10.23919/URSIGASS49373.2020.9232355>
- Ferdous, N., Chin Hock, G., Hamid, H. A. S., Raman, M. N. A., Sieh Kiong, T., & Ismail, M. (2019). Design of A Small Patch Antenna at 3.5 GHz for 5G Application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 268(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/268/1/012152>
- Hossain, S., Islam, T., Alam, S., Sabbir Munna, F., Mondal, T., Khan Jim, S., & Mostafizur Rahman, M. (2023). Design and Analysis of 3.5 GHz Rectangular Patch Microstrip Antenna for S-Band Applications.

- 2023 *IEEE International Conference on Integrated Circuits and Communication Systems, ICICACS 2023*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICICACS57338.2023.10100219>
- Jiddney, M. A., Mahmud, M. Z., Rahman, M., Paul, L. C., & Tariqul Islam, M. (2020). A Circular Shaped Microstrip Line Fed Miniaturized Patch Antenna for 5G Applications. *2020 2nd International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0, STI 2020*, 0, 19–20. <https://doi.org/10.1109/STI50764.2020.9350513>
- Jin, G., Deng, C., Yang, J., Xu, Y., & Liao, S. (2019). A New Differentially-Fed Frequency Reconfigurable Antenna for WLAN and Sub-6GHz 5G Applications. *IEEE Access*, 7, 56539–56546. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2901760>
- Malik, P.K., Padmanaban, S., & Holm-Nielsen, J.B. (Eds.). (2021). *Microstrip Antenna Design for Wireless Applications* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003093558>
- Nataraj, B., & Prabha, K. R. (2021). Design and Analysis of 2.4GHz Rectangular Inset fed Microstrip Patch Antenna for Wi-Fi and WLAN Applications. *Proceedings - 1st International Conference on Smart Technologies Communication and Robotics, STCR 2021, October*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/STCR51658.2021.9588889>
- Pirooj, A., Naser-Moghadasi, M., Zarrabi, F. B., & Sharifi, A. (2017). A dual band slot antenna for wireless applications with circular polarization. *Progress In Electromagnetics Research C*, 71(January), 69–77. <https://doi.org/10.2528/PIERC16111401>
- Rana, M. S., Avi, A. M., Hossain, S., Rana, S. B., Habib, A. K. M. A., & Rahman, M. M. (2022). Design and Performance Analysis of Rectangular Microstrip Patch Antenna for Wireless Applications. *4th International Conference on Circuits, Control, Communication and Computing, I4C 2022*, 208–211. <https://doi.org/10.1109/I4C57141.2022.10057907>
- Rana, M. S., Hossain, S., Shuva, S. K. S., Sen, B. K., Islam, S. K. I., & Rahman, M. M. (2022). Design and Simulation of Microstrip Patch Antenna for Wireless Communication Systems. *4th International Conference on Circuits, Control, Communication and Computing, I4C 2022*, 321–325. <https://doi.org/10.1109/I4C57141.2022.10057931>
- Rana, M. S., Rana, S. B., Islam, S. K. I., Ahamed, M. T., Rahman, H., Hasan, M. M., Reyad, M. R., Sarker, S., & Rahman, M. M. (2022). Design and Performance Analysis of S-Band Microstrip Patch Antenna for Wireless Applications. *4th International Conference on Circuits, Control, Communication and Computing, I4C 2022*, 138–142. <https://doi.org/10.1109/I4C57141.2022.10057701>
- Rappaport, T. S., Sun, S., Mayzus, R., Zhao, H., Azar, Y., Wang, K., Wong, G. N., Schulz, J. K., Samimi, M., & Gutierrez, F. (2013). Millimeter wave mobile communications for 5G cellular: It will work! *IEEE Access*, 1, 335–349. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2013.2260813>
- Rohan, B. S., Popuri, S., Yaseer, M. S. A., & Reddy, Y. S. (2023). Design of T-Slot Microstrip Patch Antenna for Millimeter-Wave Applications. *Proceedings of the 2nd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing, ICAAIC 2023, Icaaic*, 1576–1580. <https://doi.org/10.1109/ICAAIC56838.2023.10141033>
- Trinh, L. H., Ferrero, F., Lizzi, L., Staraj, R., & Ribero, J.-M. (2016). Reconfigurable Antenna for Future Spectrum Reallocations in 5G Communications. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 15, 1297–1300. <https://doi.org/10.1109/LAWP.2015.2505669>
- Wen, L. H., Gao, S., Luo, Q., Yang, Q., Hu, W., & Yin, Y. (2019). A Low-Cost Differentially Driven Dual-Polarized Patch Antenna by Using Open-Loop Resonators. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 67(4), 2745–2750. <https://doi.org/10.1109/TAP.2019.2896491>