

Miniaturisasi Antena Mikrostrip Pencatu Ganda Menggunakan Metode Peripheral Slits

Syah Alam, Lydia Sari, Indra Surjati, dan Newton Onasie
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti
Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440
e-mail: syah.alam@trisakti.ac.id

Abstrak—Penelitian mengusulkan desain antena mikrostrip pencatu ganda yang dioptimasi dengan menggunakan *peripheral slits* untuk sistem komunikasi bergerak. Miniaturisasi dan pengurangan ukuran antena mikrostrip pencatu ganda telah diselidiki dan dijelaskan dalam makalah ini. Dimensi antena yang diusulkan berkurang menggunakan 3 pasang celah sedangkan frekuensi resonansi 1800 MHz. Berdasarkan hasil simulasi dan optimisasi, dimensi antena yang diusulkan dapat dikurangi hingga 94,81% dibandingkan dengan antena mikrostrip saluran umpan berganda konvensional. Hasil ini menunjukkan bahwa teknik *peripheral slits* berhasil mengurangi dimensi antena yang diusulkan tanpa mengubah frekuensi kerja antena. Dari proses pengukuran didapatkan nilai koefisien refleksi sebesar -31,65 dB, VSWR sebesar 1,053 pada frekuensi 1,95 GHz, dan *bandwidth* 206 MHz dengan rentang frekuensi 1,85 GHz–206 GHz dengan *bandwidth* 210 MHz. Impedansi dari antena yang diusulkan adalah $47,72 \pm j0,67 \Omega$ pada frekuensi kerja 1,95 GHz.

Kata kunci: antena, mikrostrip, pencatu ganda, miniaturisasi

Abstract—This research proposes a dual-feed microstrip antenna using a peripheral slit for mobile communication systems. Miniaturization and reduction of the dual feed microstrip antenna's size have been investigated and explained in this paper. The proposed antenna dimensions are reduced using three pairs of slits while the resonant frequency is 1800 MHz. Based on simulation and optimization results, the proposed antenna dimensions can be reduced by 94.81% compared to conventional multiple feed channel microstrip antennas. These results indicate that the peripheral slits technique has succeeded in reducing the proposed antenna dimensions without changing its frequency. We get a reflection coefficient of -31.65 dB, VSWR of 1.053 at a frequency of 1.95 GHz, and bandwidth of 206 MHz with a frequency range from the measurement process of 1.85 GHz–2.06 GHz with a bandwidth of 210 MHz. Impedance obtained from the proposed antenna is $47.72 \pm j0.67 \Omega$ at frequency 1.95 GHz.

Keywords: antenna, microstrip, multiple feed-line, miniaturization

I. PENDAHULUAN

Antena mikrostrip telah banyak diteliti dan dirancang untuk sistem komunikasi nirkabel [1-3]. Salah satu keunggulan antena mikrostrip adalah desainnya yang ringkas dan biaya rendah [4-6]. Desain antena mikrostrip tergantung pada frekuensi kerja yang digunakan, frekuensi kerja rendah akan menghasilkan antena yang memiliki dimensi lebih besar dan sebaliknya. Selain itu, jenis media yang digunakan juga mempengaruhi dimensi dan ukuran antena mikrostrip. Penggunaan substrat dengan konstanta dielektrik besar dapat mengurangi dimensi antena tetapi kecepatan rambat gelombang akan menurun, sedangkan konstanta dielektrik kecil menyebabkan dimensi antena menjadi lebih besar tetapi kecepatan gelombang lebih baik.

Sistem komunikasi seluler memerlukan perangkat antena yang memiliki dimensi kecil dengan biaya fabrikasi rendah. Beberapa penelitian sebelumnya [7-12] telah menjelaskan beberapa teknik untuk mereduksi dimensi

dari antena. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [13], dimensi antena dapat dikurangi hingga 17,87% menggunakan teknik *slot*, kemudian metode celah yang diterapkan oleh [14] berhasil mengurangi dimensi hingga 37,5%. Desain antena saluran umpan berganda yang dijelaskan oleh [15] memiliki dimensi 171 mm × 90 mm dengan *bandwidth* 328 MHz dan bekerja pada frekuensi 1800 MHz. Namun, dimensi dari antena yang diusulkan masih cukup besar sehingga perlu dilakukan proses miniaturisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi dimensi dari beberapa antena mikrostrip *feed-line* yang telah dirancang sebelumnya. Sasaran penelitian ini adalah untuk mengurangi dimensi hingga 50% dari dimensi sebelumnya. Teknik yang digunakan adalah *peripheral slits* dengan menambahkan 6 celah ke tepi antena patch. Penambahan celah berdampak pada pergeseran frekuensi kerja antena menjadi lebih rendah dari frekuensi kerja awal, sehingga untuk mengembalikan frekuensi kerja, dimensi antena harus dikurangi.

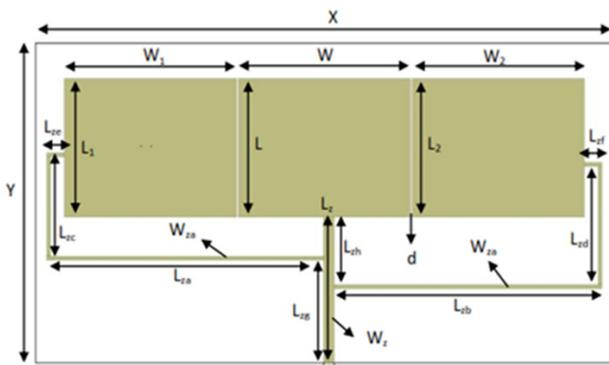
Bagian pertama membahas latar belakang penelitian sebelumnya dan kekurangannya. Bagian kedua membahas desain antenna yang diusulkan. Bagian ketiga membahas hasil uji coba antenna yang diusulkan. Bagian keempat membahas kesimpulan dan masa depan penelitian yang telah dilakukan.

II. DESAIN ANTENA

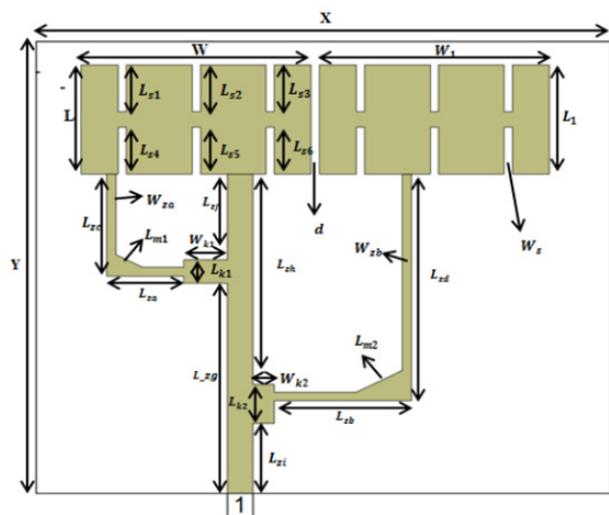
A. Desain Awal Antena Mikrostrip

Dalam penelitian ini, antenna yang diusulkan dirancang menggunakan tipe substrat *FR-4 Epoxy* dengan konstanta dielektrik 4,3, ketebalan 1,6 mm dan rugi dielektik 0,0265. Bentuk *patch* yang diusulkan dari antenna adalah persegi panjang yang dioptimalkan dengan elemen parasitik di tepi kanan dan kiri elemen yang menjadi peradiasi. Desain antenna mikrostrip dengan beberapa saluran pencatu telah dijelaskan dalam penelitian sebelumnya [15] yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan desain antenna yang sebelumnya dirancang dengan menggunakan beberapa saluran pencatu. Dimensi X dan Y adalah 171 mm × 90 mm sedangkan untuk dimensi saluran pencatu dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Desain antenna pencatu multi dari penelitian sebelumnya



Gambar 2. Desain antenna pencatu multi dengan *peripheral slit*

B. Desain Antena Mikrostrip Pencatu Ganda dengan *Peripheral Slit*

Teknik *peripheral slits* digunakan untuk mengurangi dimensi antenna yang telah dirancang sebelumnya dengan menambahkan 6 celah ditempatkan di tepi *patch* antenna. Lebar celah (W_s) yang digunakan adalah 1 mm dan panjang celah diperoleh dengan menggunakan persamaan (1).

$$L_s = 0,5 \times L \tag{1}$$

Desain antenna yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 2 dan dimensi keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 2. Dimensi X adalah 57 mm dan Y adalah 14 mm sementara $W = W_1$ adalah 28 mm dan $L = L_1$ adalah 14 mm.

Tabel 1. Dimensi antenna desain sebelumnya [15]

Parameter	Dimensi (mm)
W_z	3,1
L_z	41
W_{za}	1
L_{za}	80,9
L_{zb}	78,2
L_{zc}	28
L_{zd}	33,3
L_{ze}	5,2
L_{zf}	5,2
L_{zg}	28,9
L_{zh}	19

Tabel 2. Dimension dari antenna yang diusulkan

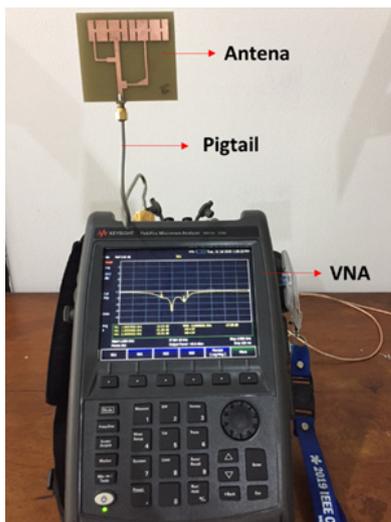
Parameter	Dimensi (mm)
W_s	1
$L_{s1}, L_{s2}, L_{s3}, L_{s4}, L_{s5}, L_{s6}$	6
L_{za}	9,4
L_{zb}	16,7
L_{zc}	13,1
L_{zd}	29,1
W_{za}	1,1
W_{zb}	1,1
W_{k1}	5,3
W_{k2}	2,6
L_{k1}	3
L_{k2}	5
L_{m1}	2,75
L_{m2}	3,9
L_{zf}	11
L_{zg}	27
L_{zh}	27
L_{zi}	9

III. PENGUKURAN ANTENA

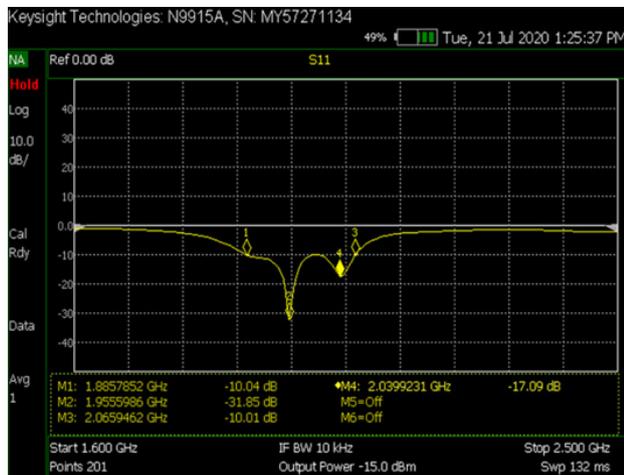
Setelah melakukan proses perancangan dan pabrikan, tahapan selanjutnya adalah melakukan proses pengukuran dari antena yang diusulkan. Proses pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur Vector Network Analyzer *Keysight Field Fox N9915A*. Pengukuran dilakukan di laboratorium pengukuran dan instrumentasi Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti. Parameter yang diukur adalah *return loss* (koefisien refleksi), VSWR dan impedansi. Proses pengukuran antena ditunjukkan pada Gambar 3.

Proses pengukuran dilakukan dengan menghubungkan antena yang dirancang menggunakan kabel *pigtail* ke *port* VNA yang menggunakan konektor *N Female*. Hasil pengukuran dari parameter *return loss* (koefisien refleksi) pada Gambar 4 sedangkan untuk pengukuran VSWR dan impedansi ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Pada pengukuran parameter koefisien refleksi dan VSWR yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa antena yang diusulkan bekerja pada rentang frekuensi 1,85 GHz–2,06 GHz dengan *bandwidth*



Gambar 3. Proses pengukuran koefisien refleksi dari antena



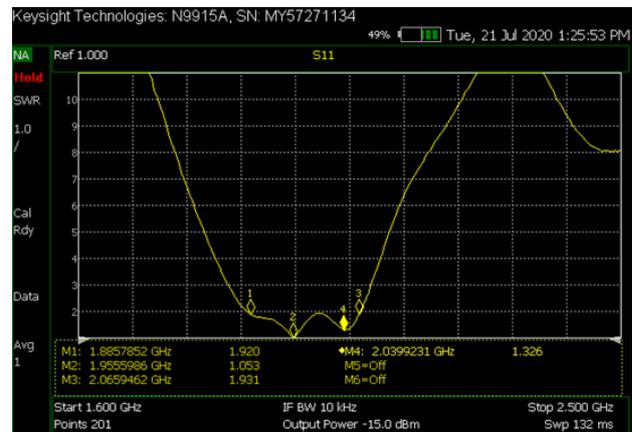
Gambar 4. Hasil pengukuran koefisien refleksi dari antena

210 MHz. Batasan nilai *return loss* yang ditetapkan adalah ≤ -10 dB dan $VSWR \leq 2$. Nilai *return loss* dari antena yang dirancang adalah -31,65 dB dengan VSWR 1,053 pada frekuensi 1.95 GHz. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *return loss* dan VSWR dari antena yang dirancang telah memenuhi standar yang ditetapkan. Gambar 6 menunjukkan hasil pengukuran impedansi dari antena yang dirancang memiliki impedansi $47,72-j0,67\Omega$ pada frekuensi kerja 1,95 GHz yang artinya mendekati nilai impedansi ideal yaitu $50 \pm j0\Omega$.

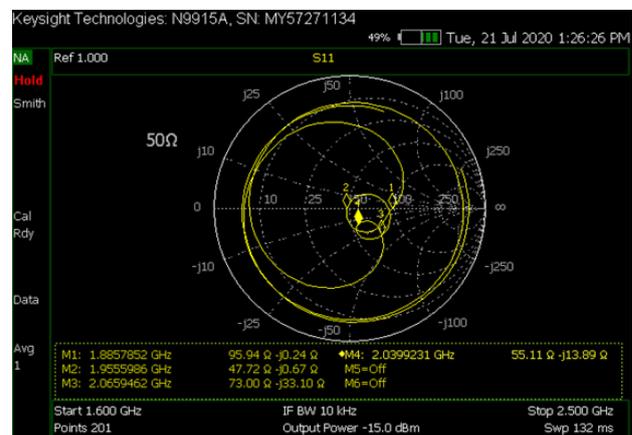
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan selanjutnya adalah membandingkan analisa hasil simulasi dan pengukuran yang telah dilakukan. Parameter yang diamati adalah koefisien refleksi dan VSWR dari proses simulasi dan pengukuran. Perbandingan proses simulasi dan pengukuran ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.

Gambar 7 menunjukkan bahwa terjadi pergeseran frekuensi kerja dari antena yang diusulkan pada saat proses pengukuran. Pada proses simulasi frekuensi F_1 adalah 1,8 GHz dengan nilai koefisien refleksi -17 dB sedangkan pada proses pengukuran bergeser menjadi frekuensi F_1 , yaitu 1,95 GHz dengan nilai koefisien refleksi -31 dB sedangkan F_2 , yang awalnya adalah 2 GHz dengan



Gambar 5. Hasil pengukuran VSWR dari antena



Gambar 6. Hasil pengukuran impedansi dari antena

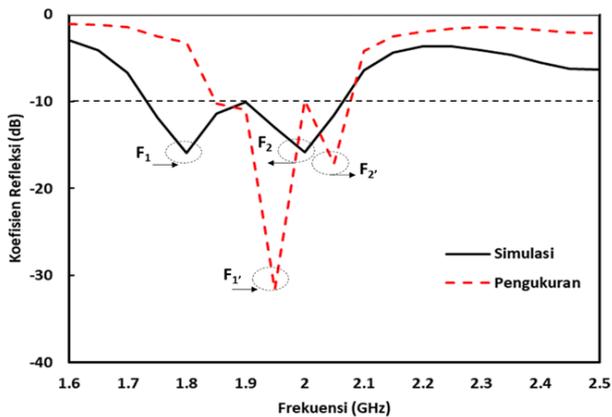
nilai koefisien refleksi -16 dB bergeser menjadi frekuensi F_2' yaitu 2,06 GHz dengan nilai koefisien refleksi -19 dB.

Selain itu, *bandwidth* (BW) yang dihasilkan dari proses pengukuran juga lebih sempit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. *Bandwidth* (BW) dari antenna diamati dari nilai $VSWR \leq 2$. Kedua hal tersebut terjadi karena tingkat keakuratan fabrikasi antenna yang rendah. Proses pabrikan masih menggunakan metode *etching* secara manual sehingga resiko terjadinya reduksi dimensi sangat besar. Reduksi dimensi mengakibatkan pergeseran nilai frekuensi kerja dari antenna.

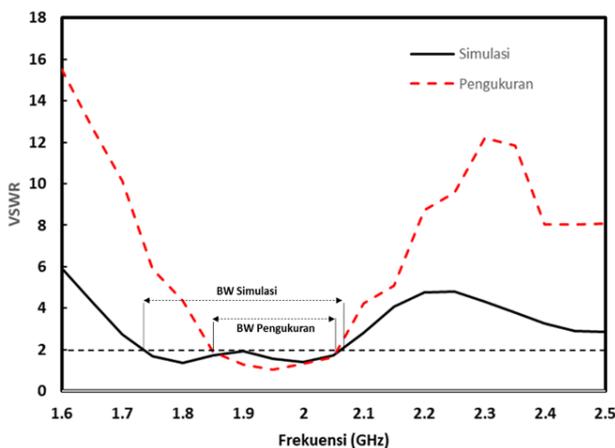
Untuk menguji kekuatan sinyal antenna, maka dilakukan proses pengukuran sinyal menggunakan antenna sejenis dan alat ukur *spectrum analyzer* yang juga tersedia pada perangkat *Keysight Field Fox N9915A*. Proses pengukuran dilakukan dengan menghubungkan antenna dengan pemancar di *port 2* pada perangkat *Keysight Field Fox N9915A* dan antenna penerima di *port input* pada perangkat *signal generator*. Fungsi dari *signal generator* adalah untuk membangkitkan sinyal pada frekuensi 1,95 GHz dengan daya pancar 10 dBm. Sinyal pancaran akan diterima menggunakan antenna sejenis yang terhubung dengan *spectrum analyzer* pada perangkat *Keysight Field Fox N9915A*. Kualitas sinyal yang baik berada pada rentangan -30 dB sampai dengan -60 dB. Antenna pemancar dan penerima terpasang pada tiang ukur dengan ketinggian

50 cm dan jarak antara keduanya adalah 40 cm. Proses pengukuran sinyal dari antenna yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 9. Gambar 10 menunjukkan hasil penerimaan dari sinyal yang dipancarkan oleh antenna rancangan. Level sinyal penerimaan pada *spectrum analyzer* menunjukkan nilai -31,74 dBm di frekuensi kerja 1,95 GHz dengan jarak pancar 40 cm. Hal ini menunjukkan bahwa antenna yang dirancang mampu memancarkan sinyal dengan baik pada jarak 40 cm. Dari hasil keseluruhan yang didapatkan dalam proses pengukuran dapat disimpulkan bahwa antenna yang dirancang telah berhasil bekerja pada frekuensi 1,95 GHz.

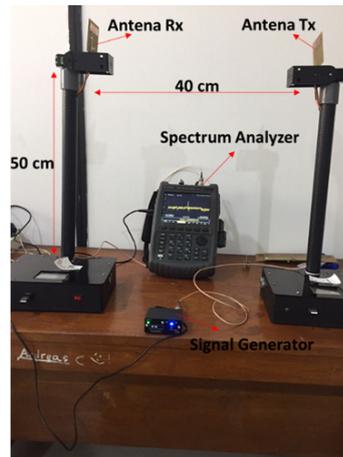
Dari proses simulasi dan pengukuran dapat dianalisa bahwa terjadi pergeseran frekuensi kerja dari antenna yang awalnya di frekuensi 1,8 GHz menjadi 1,95 GHz, selain itu *bandwidth* yang dihasilkan dari proses pengukuran lebih lebar yaitu 210 MHz (1,85 GHz–2,06 GHz) sedangkan pada proses simulasi *bandwidth* yang diperoleh adalah 216 MHz (1,76 GHz–1,98 GHz). Pada penelitian ini, pengukuran pola radiasi antenna belum dilakukan dikarenakan kendala ruang uji *anechoic chamber* yang masih dalam proses perbaikan sehingga pola pancar dari antenna tidak bisa diamati. Secara keseluruhan antenna yang dirancang telah bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk keperluan sistem komunikasi nirkabel. Desain akhir dari antenna yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 11 (a) dan (b).



Gambar 7. Perbandingan simulasi dan pengukuran dari koefisien refleksi



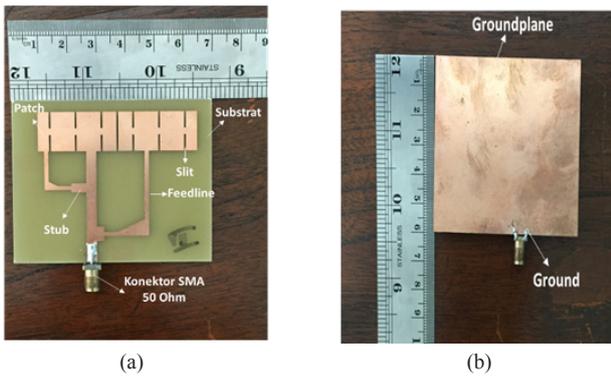
Gambar 8. Perbandingan simulasi dan pengukuran dari VSWR



Gambar 9. Pengukuran level penerimaan sinyal



Gambar 10. Pengukuran level penerimaan sinyal



Gambar 11. Desain hasil pabrikan antenna; (a) Tampak depan, (b) Tampak belakang

V. KESIMPULAN

Penelitian mengusulkan desain antena mikrostrip pencatu ganda yang dioptimasi dengan menggunakan *peripheral slits* untuk sistem komunikasi bergerak. Tujuan optimasi dengan *peripheral slits* adalah untuk mereduksi dimensi antena menjadi lebih kecil dan ringkas. Dimensi dari antena mikrostrip yang dihasilkan sebelum dioptimasi dengan *peripheral slits* adalah 171×90 mm. Target penelitian ini adalah mereduksi dimensi antena mikrostrip sampai dengan 15% dibandingkan dengan desain sebelumnya. Bahan substrat yang digunakan adalah FR 4 Epoxy dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) 4,3, rugi dielektrik 0,0265 dan ketebalan (h) 1,6 mm. Berdasarkan hasil optimasi dan simulasi menggunakan perangkat lunak AWR Microwave Office 2009, penggunaan 6 pasang slit berhasil mereduksi dimensi sampai dengan 98,41% dibandingkan desain sebelumnya dengan nilai koefisien refleksi -17,44 dB, VSWR 1,310 dan *bandwidth* 218 MHz (1769–1987 MHz). Frekuensi kerja dari antena dapat dikontrol dengan melakukan iterasi terhadap panjang slit sedangkan *bandwidth* dari antena dikontrol dengan mengoptimasi posisi dari saluran pencatu dan penambahan *stub* (penyesuai impedansi). Dari proses pengukuran di dapatkan nilai koefisien refleksi sebesar -31,65 dB, VSWR sebesar 1,053 pada frekuensi 1,95 GHz dan *bandwidth* 200 MHz dengan rentang frekuensi 1,85 GHz–2,06 GHz. Impedansi dari antena yang diusulkan $47,72 \pm j0,67 \Omega$ pada frekuensi kerja 1,95 GHz. Dari proses pengukuran kekuatan sinyal dengan *spectrum analyzer* didapatkan nilai -31,74 dBm di frekuensi kerja 1,95 GHz dengan jarak pancar 40 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa antena yang dirancang telah bekerja dengan baik pada frekuensi 1,95 GHz.

REFERENSI

- [1] M. G. Siddiqui, A. K. Saroj, Devesh, and J. A. Ansari, "Multi-band fracted triangular microstrip antenna for wireless applications," *Progress In Electromagnetics Research M*, vol. 65, pp. 51–60, 2018.
- [2] Devesh, J. A. Ansari, M. G. Siddiqui, and A. K. Saroj, "Analysis of modified square sierpinski gasket fractal microstrip antenna for wireless communications," *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, vol. 94, pp. 377–385, Sep. 2018.
- [3] D. Tiwari, J. A. Ansari, A. K. Saroj, and M. Kumar, "Analysis of a miniaturized hexagonal sierpinski gasket fractal microstrip antenna for modern wireless communications," *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, vol. 123, p. 153288, Aug. 2020.
- [4] G. Sanna, G. Montisci, Z. Jin, A. Fanti, and G. Casula, "Design of a low-cost microstrip directional coupler with high coupling for a motion detection sensor," *Electronics*, vol. 7, no. 2, p. 25, Feb. 2018.
- [5] B. Honarbakhsh, "High-gain low-cost microstrip antennas and arrays based on FR4 epoxy," *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, vol. 75, pp. 1–7, May 2017.
- [6] Y. He, J. Papapolymerou, E. Drew, and Z. J. Zhang, "Compact microstrip patch antenna utilizing low cost solution cast nanomagnetic thin film," *2019 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting*, Jul. 2019.
- [7] N. Yang and K. W. Leung, "Size reduction of omnidirectional cylindrical dielectric resonator antenna using a magnetic aperture source," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 68, no. 4, pp. 3248–3253, Apr. 2020.
- [8] A. Bakhtiari, R. A. Sadeghzadeh, and M. N. Moghadasi, "Gain enhanced miniaturized microstrip patch antenna using metamaterial superstrates," *IETE Journal of Research*, vol. 65, no. 5, pp. 635–640, Mar. 2018.
- [9] Yang, H. Wang, Z. Lv, and H. Wang, "Design of miniaturized dual-band microstrip antenna for WLAN application," *Sensors*, vol. 16, no. 7, p. 983, Jun. 2016.
- [10] A. Farahbakhsh and D. Zarifi, "Miniaturization of patch antennas by curved edges," *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, vol. 117, p. 153125, Apr. 2020.
- [11] R. Li, Q. Zhang, Y. Kuang, X. Chen, Z. Xiao, and J. Zhang, "Design of a miniaturized antenna based on split ring resonators for 5G wireless communications," *2019 Cross Strait Quad-Regional Radio Science and Wireless Technology Conference (CSQRWC)*, Jul. 2019.
- [12] D. Shashi Kumar and S. Suganthi, "Miniaturization of microstrip antenna with enhanced gain using defected ground structures," *2019 International Conference on Data Science and Communication (IconDSC)*, Mar. 2019.
- [13] S. Alam, I. G. N. Y. Wibisana, and I. Surjati, "Miniaturization of array microstrip antenna using peripheral slits for wireless fidelity communication," *2017 15th International Conference on Quality in Research (QIR) : International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, Jul. 2017.
- [14] S. Alam, Y. K. Ningsih, A. P. Junfithrana, H. Ramza, I. Surjati, and M. Upa, "Improving performance and size reduction of truncated microstrip antenna using U slot for LTE application," *2018 International Conference on Computing, Engineering, and Design (ICCED)*, Sep. 2018.
- [15] S. Alam, L. Sari, I. Surjati, Y. K. Ningsih, A. Safitri, and E. Syukriati, "Enhancement bandwidth of parasitic microstrip antenna using multiple feed line," *2019 16th International Conference on Quality in Research (QIR) : International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, Jul. 2019.