

Desain Antena Mikrostrip dengan *Multi Band* Frekuensi Menggunakan Metode Parasitik

Syah Alam¹, Nadia Media Rizka², Indra Surjati³, Pipit Dewi Marlina⁴, Gunawan Tjahjadi⁵

^{1,3,5}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, DKI Jakarta, Indonesia

^{2,4}Program Studi Teknik Telekomunikasi, Akademi Telkom Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

¹syah.alam@trisakti.ac.id, ²medriz29@gmail.com, ³indra@trisakti.ac.id, ⁴pipitdewi676@gmail.com,

⁵gunawandea@trisakti.ac.id

Abstrak

Dalam makalah ini, perancangan dan realisasi antena mikrostrip berbentuk persegi dioptimasi menggunakan kaidah parasitik untuk menghasilkan multi frekuensi. Metode parasitik menghasilkan rentang frekuensi yang berbeda dalam satu antena. Antena di rancang menggunakan jenis substrat FR4 Epoxy dengan nilai konstanta dielektrik sebesar 4,3, ketebalan sebesar 1,6 mm, dan *tangent loss* sebesar 0,0265. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa antena persegi dengan metode parasitik menghasilkan tiga frekuensi kerja. Pada frekuensi 1815 MHz, 1935 MHz, dan 2060 MHz menghasilkan *bandwidth* masing-masing 2,4 %, 2,8 % dan 4,36 %. Hasil ini menunjukkan bahwa antena yang diusulkan dapat direkomendasikan sebagai kandidat antena penerima pada sistem komunikasi nirkabel.

Kata kunci: Antena mikrostrip, parasitik, *bandwidth*, *triple band*, komunikasi *wireless*.

Abstract

In this paper, design and realization of a square microstrip antenna was optimized using the parasitic method to produce multiple frequencies. The parasitic method produced different frequency ranges in one antenna device. The antenna was designed using FR4 Epoxy substrate type with dielectric constant value of 4.3, thickness of 1.6 mm, and *tangent loss* of 0.0265. The measurement results showed that the *rectangular* antenna with parasitic method produced three working frequencies. At a working frequency of 1815 MHz, 1935 MHz and 2060 MHz. developed *bandwidth* of 2.4%, 2.8% and 4.36%, respectively. These results indicated that the proposed antenna can be recommended as an alternative to receiving antenna for a wireless communication system.

Keywords: microstrip antenna, parasitic, bandwidth, triple band, wireless communication.

1. Pendahuluan

Kebutuhan masyarakat akan komunikasi nirkabel atau *wireless* belakangan ini semakin meningkat, namun ketersediaan spektrum frekuensi berbanding terbalik dengan kebutuhan masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, maka diperlukan antena penerima yang mampu bekerja di beberapa rentang frekuensi kerja berbeda. Salah satu antena yang memiliki kemampuan bekerja di beberapa frekuensi kerja adalah antena mikrostrip (Surjati, 2012). Berdasarkan regulasi yang ditetapkan oleh (Postel, 2006) beberapa alokasi frekuensi tersebut adalah: DCS berlaku pada pita frekuensi (1710-1885 MHz), PCS pada pita frekuensi (1907,5–1912,5 MHz), UMTS pada pita frekuensi (1920-2170MHz), WLAN 2,4 GHz pada pita frekuensi (2400-2483,5 MHz), LTE 2,3 GHz.

Antena mikrostrip adalah jenis antena dengan banyak keunggulan, sehingga banyak digunakan dalam berbagai komunikasi *wireless*, diantaranya bentuk yang kecil, mampu bekerja pada beberapa rentang frekuensi berbeda dan *low cost* (Alam, S., Wibisana, I. G. N. Y., & Surjati, I., 2017). Pada umumnya, dimensi dari antena konvensional bergantung terhadap frekuensi kerja dan panjang gelombangnya sehingga tidak dapat digunakan untuk rentang frekuensi kerja berbeda (Balanis, 2016). Beberapa metode telah dipaparkan untuk menghasilkan rentang frekuensi kerja berbeda pada antena mikrostrip antara lain slot yaitu frekuensi 2,382-2,434 GHz dan frekuensi 3,563-3,638 (Yosefariko, Y., Riza, T. A., & Wahyu, Y., 2015), slit pada frekuensi 2,4 GHz dan 5 GHz (Elba, P., & Alam, S., 2017) dan parasitik pada frekuensi kerja 2,396 GHz and at 2,543 GHz (Nornikman, H., Ahmad, B. H., Aziz, M. A., & Bakar, H. A., 2018). Pada penelitian ini digunakan metode parasitik dengan menambahkan dua *patch* dibagian kiri dan kanan dari elemen peradiasi yang dihubungkan dengan saluran pencatu *microstrip line*. Tujuan penambahan elemen parasitik adalah untuk menghasilkan tiga rentang frekuensi kerja yang berbeda dari antena yang diusulkan sebelumnya. Dalam penelitian sebelumnya (Bag, B., & Sarkar, P. P., 2017) penggunaan metode parasitik dengan penambahan L Slot digunakan untuk membangkitkan frekuensi ganda pada frekuensi resonansi 2,35 GHz dan 5,28

GHz untuk aplikasi WLAN dan 4G/LTE. Penelitian ini bertujuan menghasilkan antena mikrostrip yang dapat bekerja lebih dari dua rentang frekuensi kerja yang berbeda (*multi band*) sehingga dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi nirkabel.

2. Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip

Proses perancangan antena dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari menentukan frekuensi kerja yang diinginkan. Kemudian menentukan substrat yang

Info Makalah:

Dikirim : 04-15-20;

Revisi 1 : 04-25-20;

Revisi 2 : 05-09-20;

Diterima : 05-11-20.

PenulisKorespondensi:

Telp : +62-857-1003-4984

e-mail : syah.alam@trisakti.ac.id

akan digunakan. Setelah beberapa hal diatas telah dilakukan maka perancangan antena sudah dapat dilakukan, yaitu menentukan dan menghitung dimensi *patch*, menghitung dimensi pencatu, melakukan simulasi perancangan antena yang telah dirancang, melakukan rancang bangun antena dan melakukan pengukuran antena dengan perangkat *Vector Network Analyzer* untuk melihat rentang frekuensi kerja dari antena yang diusulkan.

Pada penelitian ini dilakukan perancangan awal antena tunggal berbentuk persegi pada frekuensi 1800 MHz tanpa diberikan parasitik selanjutnya baru dilakukan uji coba metode parasitik dengan iterasi melalui perangkat lunak komputer. Setelah diperoleh bentuk yang *compact* dan memiliki *bandwidth* yang lebar dengan *return loss* ≤ -10 dB dan *VSWR* ≤ 2 maka dilakukan tahapan berikutnya dengan melakukan iterasi posisi parasitik untuk mendapatkan nilai *bandwidth* yang maksimal. Untuk memperoleh hasil yang optimal dilakukan iterasi terhadap ukuran saluran catu, panjang dan lebar beban parasitik serta jarak antar *patch* antena dengan beban parasitik. Adapun indikator parameter antena mikrostrip yang akan dicapai adalah antara lain meliputi parameter *return loss*, *VSWR*, lebar pita frekuensi. Parameter rugi-rugi balik (*return loss*) yang diharapkan adalah ≤ -10 dB dan *VSWR* ≤ 2 pada frekuensi kerja 1800 MHz dengan menggunakan parasitik.

Dari hasil simulasi maka antena akan difabrikasi dan dilakukan pengujian kinerja di laboratorium. Hasil kinerja antena nantinya akan dibandingkan dengan simulasi untuk melihat probabilitas kesalahannya sehingga dapat dilakukan analisa untuk mengembangkan penelitian selanjutnya. Diharapkan dari penelitian ini diperoleh desain baru antena mikrostrip yang dapat bekerja pada rentang frekuensi kerja berbeda yang digunakan untuk komunikasi nirkabel.

2.1 Perhitungan Dimensi Desain Awal Antena Mikrostrip

Antena yang dirancang adalah antena mikrostrip yang berbentuk bujur sangkar dengan substrat *FR-4 epoxy*. Spesifikasi dari substrat jenis *FR4 Epoxy* yang digunakan ditunjukkan pada tabel 1 (WIYANTO, E., ALAM, S., & HARSONO, B, 2018).

Tabel 1. Spesifikasi Substrat Jenis *FR-4 Epoxy*

Paramater	Simbol	Nilai
Konstanta Dielektrik	ϵ_r	4,3
Ketebalan substrat (h)	h	1,6 mm
Loss <i>tangen</i>	$\tan \delta$	0,0265
Konstanta Permeabilitas Relatif	μ_r	1

Dalam perancangan desain antena awal antena mikrostrip terlebih dahulu diketahui karakteristik dari komponen bahan penyusun antena diantaranya spesifikasi papan substrat yang digunakan, frekuensi yang ditentukan, panjang dan lebar elemen *patch* antena. Dari nilai tersebut diperoleh dimensi antena mikrostrip (W dan L). Dimensi W dan L diperoleh dengan menggunakan persamaan (1),(2),(3) dan (4) (Surjati, 2012), diantaranya:

1. Lebar dan Panjang *patch* dihitung dengan persamaan (1).

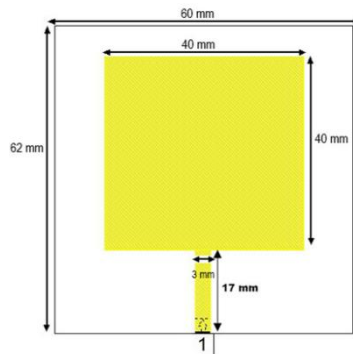
$$W = L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \tag{1}$$

2. Lebar pencatu saluran mikrostrip (W_0) tergantung dari impedansi karakteristik (Z_0) yang diinginkan. Adapun rumus untuk menghitung lebar saluran mikrostrip diberikan oleh persamaan (2) (Surjati, 2012):

$$W_0 = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \tag{2}$$

Untuk nilai B sebagai konstanta impedansi dapat diperoleh menggunakan persamaan (3).

$$B = \frac{60\pi^2}{z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \tag{3}$$

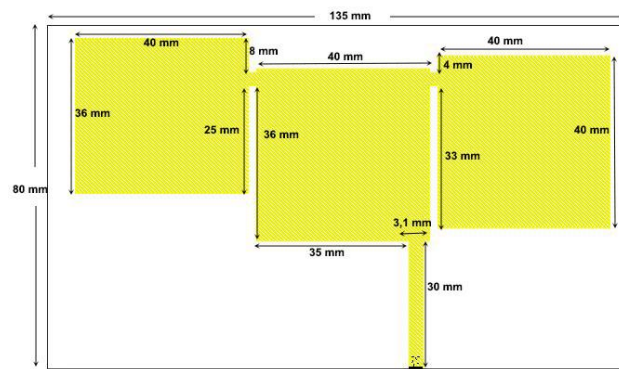


Gambar 1. Desain Awal Antena Mikrostrip

Gambar 1 menunjukkan desain awal antena mikrostrip dengan nilai $W = L = 50$ mm dengan lebar saluran pencatu W_o sebesar 3 mm dan panjang saluran pencatu 17 mm. Dimensi panjang dan lebar dari substrat yang digunakan adalah 60 mm x 62 mm.

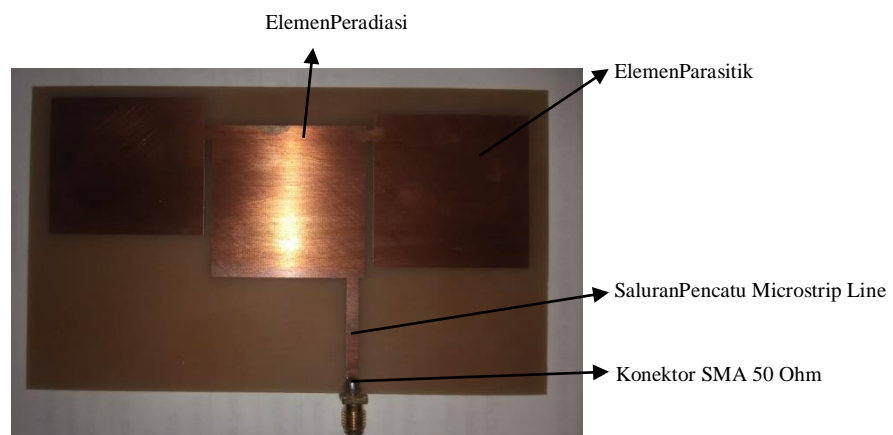
2.2 Rancangan Antena Mikrostrip Beban Parasitik Dua Elemen

Pada tahap antena utama yang telah dirancang kemudian diberi beban parasitik dengan maksud untuk menghasilkan rentang frekuensi berbeda pada antena yang diusulkan. Beban parasitiknya berada pada satu layer dengan antena utama dengan rancangan menyerupai *rectangular patch*. Desain antena rancangan ditunjukkan pada Gambar 2 sedangkan Gambar 3 menunjukkan hasil fabrikasi dari antena rancangan.



Gambar 2. Desain Antena Mikrostrip dengan Beban Parasitik

Gambar 2 menunjukkan desain antena mikrostrip yang telah ditambahkan elemen parasitik di bagian kanan dan kiri elemen peradiasi yang berada di bagian tengah dan terhubung dengan saluran pencatu *microstrip line*. Dimensi dari antena diperoleh dari hasil iterasi menggunakan perangkat lunak EM *simulation* untuk memperoleh nilai parameter yang optimal. Desain dari antena yang telah dipabrikasi ditunjukkan pada Gambar 3.



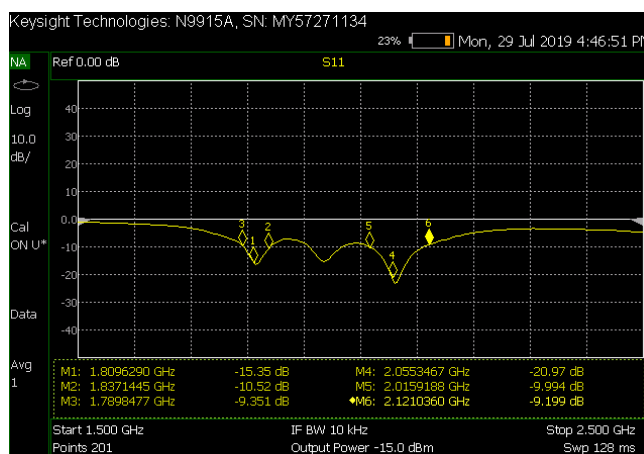
Gambar 3. Desain Antena Mikrostrip dengan beban Parasitik

3. Hasil dan Pembahasan

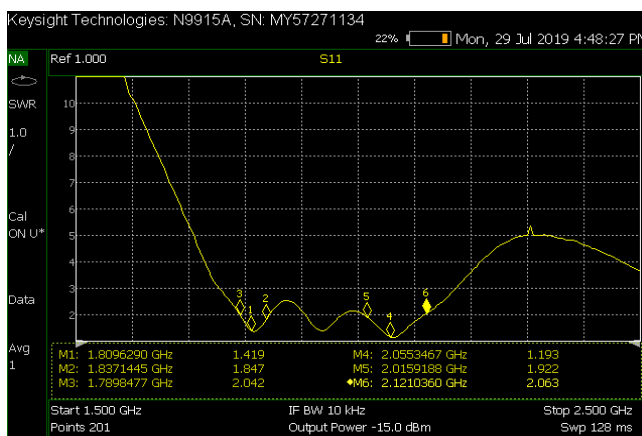
Setelah sebelumnya didapatkan rancangan dari antena mikrostrip *rectangular patch* dengan metode parasitik. Langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah proses fabrikasi. Setelah antena difabrikasi kemudian tahapan selanjutnya adalah pengukuran. Pengukuran dilakukan untuk membandingkan hasil fabrikasi dengan hasil simulasi yang diperoleh sebelumnya untuk kemudian dianalisis. Pengukuran karakteristik antena yang dilakukan adalah pengukuran *return loss*, *VSWR*, dan lebar pita (*bandwidth*) dari antena yang diusulkan.

3.1 Pengukuran *Return Loss* dan *VSWR* (*Voltage Standing Wave Ratio*)

Pengukuran *return loss* dan *VSWR* dilakukan di dalam ruangan, karena faktor lingkungan tidak memberikan pengaruh terhadap hasil pengukuran. Pengukuran dilakukan dengan cara menghubungkan antena yang akan diukur / *Antenna Under Test* (AUT) secara langsung tanpa bantuan alat lain. Pengukuran ini menggunakan alat ukur *Vector Network Analyzer* (VNA). Antena yang akan diukur dihubungkan pada salah satu *port* pada *Vector Network Analyzer*. Hasil pengukuran terhadap antena yang diuji berupa grafik rugi-rugi balik (*return loss*) dan *VSWR*.



Gambar 4. Hasil Pengukuran Rugi Rugi Balik (*Return Loss*) Antena Mikrostrip Parasitik Dua Elemen



Gambar 5. Hasil Pengukuran *VSWR* Antena Mikrostrip Parasitik Dua Elemen

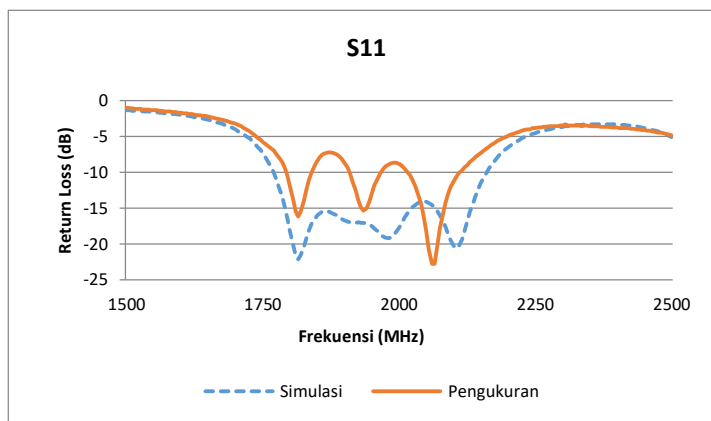
Dari gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran dari *return loss*, dapat dilihat nilai -15,35 dB pada frekuensi 1809 MHz, sedangkan untuk frekuensi 1800 MHz nilai *return loss* adalah -12 dB, hasil ini sesuai dengan spesifikasi parameter yang diharapkan yaitu sebesar (*return loss* \leq -10dB). Pada gambar 5 menunjukkan grafik hasil pengukuran dari *VSWR*, pada gambar dapat dilihat nilai *VSWR* adalah 1,419 pada frekuensi 1809 MHz, sedangkan untuk frekuensi 1800 MHz didapatkan nilai *VSWR* 1,679, hasil ini sesuai dengan spesifikasi parameter yang diharapkan yaitu sebesar (*VSWR* \leq 2).

3.2 Analisis Hasil Pengukuran

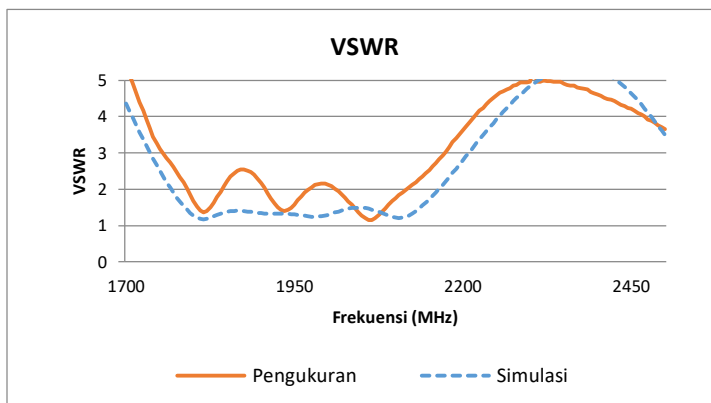
Hasil simulasi dan hasil pengukuran, dilihat dari Gambar 6 dan Gambar 7 untuk grafik grafik rugi rugi balik (*return loss*) dan grafik *VSWR* memiliki pola yang sama antara pengukuran dengan simulasi. Namun, pada hasil pengukuran didapatkan hasil dengan bentuk *triple band*, untuk hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2, di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip *Parasitic* Dua Elemen

Parameter	Hasil Pengukuran		
	Frekuensi 1	Frekuensi 2	Frekuensi 3
Frekuensi Kerja	1795 – 1840 MHz	1910 – 1965 MHz	2020 – 2110 MHz
Frekuensi Kerja	1815 MHz	1935 MHz	2060 MHz
Rugi Rugi Balik (<i>Return Loss</i>)	-16,19 dB	-15,37 dB	-22,83 dB
VSWR (<i>Voltage Standing Wave Ratio</i>)	1,36	1,4	1,147
Lebar Pita (<i>Bandwidth</i>)	45 MHz	55 MHz	90 MHz



Gambar 6. Perbandingan Grafik Rugi Rugi Balik (*Return Loss*) Hasil Simulasi dan Pengukuran



Gambar 7. Perbandingan Grafik VSWR Hasil Simulasi dan Pengukuran

Hasil pengukuran diperoleh hasil *triple band* dan dapat digunakan di beberapa aplikasi telekomunikasi, seperti pada frekuensi 1815 MHz dapat digunakan untuk aplikasi GSM (*Global System for Mobile Communication*) atau untuk DCS (*Digital Cellular System*), pada frekuensi 1935 MHz dapat digunakan untuk aplikasi PCS (*Personal communication system*) dan CDMA (*Code-Division Multiple Access*), dan pada frekuensi 2060 MHz dapat digunakan untuk sistem bergerak untuk IMT-2000 (*International Mobile Telecommunication-2000*).

Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dirancang antena mikrostrip dengan menggunakan metode *parasitic* pada *patch* persegi yang bekerja pada tiga frekuensi berbeda yaitu frekuensi pertama 1815 MHz dengan *return loss* -16,19 dB dan nilai VSWR 1,679, frekuensi kedua 1935 MHz dengan *return loss* -15,37 dB dan nilai VSWR 1,4 dan frekuensi ketiga 2060 MHz dengan *return loss* -22,83 dB dan nilai VSWR 1,147. Dari hasil pengukuran diperoleh *bandwidth* masing masing frekuensi kerja adalah 2,4 %, 2,8 % dan 4,36 % dan dapat bekerja untuk aplikasi GSM (*Global System for Mobile Communication*) dan DCS (*Digital Cellular System*) pada frekuensi 1815 MHz, Untuk CDMA(*Code-Division Multiple Access*) dan PCS (*Personal communication system*) pada frekuensi 1935 MHz, serta untuk IMT 2000 pada frekuensi 2060 MHz .

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Trisakti atas dukungannya finansialnya pada penelitian ini dan Akademi Telkom Jakarta atas dukungannya dalam keikutsertaan dalam kegiatan ilmiah ini.

Daftar Notasi

W	= Lebar <i>patch</i> antena mikrostrip
L	= Panjang <i>patch</i> antena mikrostrip
ϵ_r	= konstanta dielektrik
$\tan \delta$	= <i>loss tangen</i>
μ_r	= Konstanta Permeabilitas Relatif
W_0	= Lebar saluran pencatu
B	= Konstanta impedansi

Daftar Pustaka

- Alam, S., Wibisana, I. G. N. Y., & Surjati, I. . (2017). Rancang Bangun Antena Mikrostrip Peripheral Slits Linear Array Untuk Aplikasi Wi-Fi. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 13(1), 18-26.
- Bag, B., & Sarkar, P. P. (2017). Dual Band Parasitic Element Patch Antenna for LTE/WLAN Applications. *Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 10(1), 21.
- Balanis, C. A. (2016). *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016.
- Elba, P., & Alam, S. (2017). Perancangan Antena Mikrostrip Bentuk Segiempat Dual Frequency untuk Aplikasi WLAN 2400 Mhz dan 5000 Mhz. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 29-39.
- Nornikman, H., Ahmad, B. H., Aziz, M. A., & Bakar, H. A. (2018). Dual Frequencies Band and Enhanced Wideband Effect of Dual Layer Microstrip Patch Antenna with Parasitic. *Journal of Physics: Conference Series*. 1049, p. p. 012012. IOP Publishing.
- Postel, D. (2006). *Penataan Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel*. DKI Jakarta: Ditjen Postel.
- Surjati, I. (2012). *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*. DKI Jakarta: Universitas Trisakti.
- WIYANTO, E., ALAM, S., & HARSONO, B. (2018, Juli). Realisasi dan Pengujian Antena Mikrostrip Array 4 Elemen dengan Polarisasi Melingkar untuk Aplikasi 4G/LTE. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 6(2), 244.
- Yosefariko, Y., Riza, T. A., & Wahyu, Y. . (2015). Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Dual Band Menggunakan Slot Berbentuk U Untuk Aplikasi Wifi. *eProceedings of Engineering*, 2(2).