

## Analisa Pengaruh *Truncated Corner* Terhadap *Bandwidth* dan *Return Loss* Pada Antena Microstrip 2.4 GHz

Ryan Fikri<sup>1\*</sup>, Putra Jaya<sup>2</sup>, Delsina Faiza<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP, Air Tawar Padang, Indonesia

\*Corresponding author e-mail : ryanfikri@ft.unp.ac.id

### ABSTRAK

Antena merupakan salah satu perangkat telekomunikasi yang masih digunakan sampai sekarang dengan tujuan dan aplikasi tertentu. Antena yang ada telah banyak mengalami modifikasi untuk mendapatkan beberapa parameter demi mencapai fungsi yang diinginkan. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan dimensi dan desain antena microstrip dengan pencatuan *coaxial-fed* yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh *truncated corner* terhadap *bandwidth* dan *return loss* pada antena microstrip 2.4 GHz. Pendekatan eksperimental dilakukan untuk melihat optimasi antenna dengan menambahkan *truncated corner* untuk menambah *bandwidth* antena. Penambahan *truncated corner* menggunakan teknik *parameter sweep* untuk koefisien *truncated corner* (*ptc*) dari 0 sampai 6 dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap *bandwidth*, *return loss*, dan frekuensi kerja dari antena tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *truncated corner* memberikan pengaruh terhadap *bandwidth* dimana *bandwidth* mengalami kenaikan sampai pada nilai tertentu yakni sebesar 1.3 MHz. Selain itu, juga terjadi pergeseran frekuensi kerja antena ke frekuensi yang lebih tinggi dan lebih rendah diikuti dengan perubahan nilai *return loss* yang didapatkan.

**Kata kunci :** *Truncated Corner*, *Bandwidth*, *Return Loss*, dan Microstrip.

### ABSTRACT

*Antenna is one of the telecommunications equipment that is still used today for specific purposes and applications. The existing antenna has undergone many modifications to obtain several parameters to achieve the desired function. In this research, the dimensions and design of a coaxial-fed microstrip antenna were calculated and worked at a frequency of 2.4 GHz. The purpose of this study was to see the effect of the truncated corner on the bandwidth and return loss of the 2.4 GHz microstrip antenna. An experimental approach was taken to see antenna optimization by adding a truncated corner to increase the bandwidth of the antenna. The addition of a truncated corner using the parameter sweep technique for a truncated corner (ptc) coefficient from 0 to 6 was carried out to see the effect on the bandwidth, return loss, and working frequency of the antenna. The results showed that the addition of a truncated corner affected bandwidth where the bandwidth increased to a certain value of 1.3 MHz. In addition, there is also a shift in the working frequency of the antenna to a higher and lower frequency followed by a change in the value of the return loss obtained.*

**Keywords:** *Truncated Corner*, *Bandwidth*, *Return Loss*, dan Microstrip.

## I. PENDAHULUAN

Teknologi informasi dan komunikasi berkembang sangat pesat seiring dengan permintaan dan kebutuhan hidup manusia. Hal ini ditandai dengan munculnya inovasi dan variasi teknologi yang beraneka ragam. Inovasi dan variasi ini didasari atas tujuan dan kebutuhan dari berbagai aspek kehidupan

manusia. Salah satu contohnya yakni perkembangan teknologi dalam bidang telekomunikasi yang semakin tidak terbandung.

Komunikasi sangat dibutuhkan oleh manusia untuk mempermudah kegiatan sehari-hari. Komunikasi adalah proses penyampaian informasi dari suatu titik ke titik yang lain. Proses pengiriman informasi bisa melalui saluran transmisi maupun

tanpa bantuan saluran transmisi. Perkembangan teknologi komunikasi menggunakan media transmisi yang paling umum digunakan yaitu kawat tembaga. Namun, karena kawat tembaga bersifat *fixed line*, memiliki *bandwidth* yang sempit, proses instalasi dan *maintenance* juga rumit, maka penggunaan kawat tembaga disubstitusi oleh komunikasi *wireless* yang relatif lebih simpel. *Fiber optic* dan *coaxial marine* merupakan contoh perkembangan saluran transmisi *fixed line* saat ini. Sedangkan antenna merupakan komponen yang akan menggantikan proses telekomunikasi tanpa menggunakan saluran transmisi.

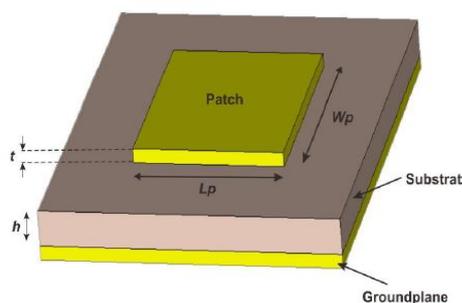
Antena adalah sebuah perangkat elektronika yang dirancang sedemikian rupa untuk mentransmisikan gelombang elektromagnetik dari satu titik ke titik yang lain [1]. Pemanfaatan antena dalam kehidupan sangatlah luas, mulai dari antena televisi, radio, wifi, radar, dan antena lain dengan jenisnya masing-masing. Jenis-jenis antena yang sering digunakan antara lain: antena yagi, antena grid, antena parabolic, antena sectoral, dan antena microstrip [2]-[4].

Pada penelitian [7], dilakukan perancangan antena microstrip dengan *truncated corner* beserta penambahan *slot* untuk meningkatkan *bandwidth* antena. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadi penambahan *bandwidth* yang bisa mengcover kebutuhan antena untuk bisa diaplikasikan di *High Altitude Platform Station* (HAPS).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh dari penambahan *truncated corner* terhadap *bandwidth* dan *return loss* pada antena microstrip 2.4 GHz.

### Antena Microstrip

Antena microstrip diaplikasikan dalam sistem komunikasi seperti telemetri, wifi, dan berbagai sistem radar yang beroperasi pada rentang frekuensi 1-10 GHz. Antena microstrip terdiri dari *patch* (logam) yang sangat tipis ( $t < \lambda$ ) yang terletak di atas *ground plane* antena. Untuk bagian *rectangular patch*, panjang elemen  $L$  biasanya  $\lambda/3 < L < \lambda/2$ . *Patch* microstrip dirancang sedemikian rupa sehingga pola maksimumnya normal terhadap *patch* (*broadside radiator*). *Patch* dan *ground plane* dipisahkan oleh bahan dielektrik yang disebut substrat.



Gambar 1. Struktur Antena Microstrip [6]

Ada banyak jenis substrat yang dapat digunakan untuk membuat antena microstrip dan konstanta dielektrik antena berada pada kisaran  $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$  dengan ketebalan substrat  $0,003\lambda - 0,05\lambda$ . *Rectangular patch* sejauh ini merupakan konfigurasi yang paling banyak digunakan dan mudah untuk difabrikasi sehingga sangat mudah untuk dianalisis menggunakan model *transmission-lines* dan *cavity models* yang mana paling akurat untuk substrat tipis. [4]-[5].

### Bandwidth

*Bandwidth* sebuah antena didefinisikan sebagai interval frekuensi, di dalamnya antena bekerja sesuai dengan yang ditetapkan oleh spesifikasi yang diberikan. Pemakaian sebuah antena dalam sistem pemancar atau penerima selalu dibatasi oleh daerah frekuensi kerjanya. Pada *range* frekuensi kerja tersebut antena dituntut harus dapat bekerja dengan efektif agar dapat menerima atau memancarkan gelombang pada band frekuensi tertentu [2].

### Return Loss

*Return loss* ( $S_{11}$ ) didefinisikan sebagai perbandingan antara daya yang dipantulkan (*Pre*) terhadap daya input (*Pin*) pada *port input*. *Return loss* terjadi karena adanya ketidakselambungan antara saluran transmisi dengan impedansi input pada antena yang dinyatakan pada Persamaan (1) – (2), dimana  $\Gamma$  adalah koefisien refleksi dan dalam satuan *desibel* (dB) [2].

$$\text{Return Loss} = \frac{P_{re}}{P_{in}} = \Gamma^2 \quad (1)$$

$$\text{Return Loss} = 20 \log(\Gamma) \quad (2)$$

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental. Metode ini melibatkan manipulasi variabel bebas dan pengukuran efeknya terhadap variabel tergantung untuk menentukan pengaruhnya. Dalam metode ini, antena microstrip 2.4 GHz dapat dimodelkan sebagai struktur 3D dan simulasi dapat dilakukan dengan memvariasikan ukuran dan bentuk *truncated corner* untuk melihat dampaknya terhadap *bandwidth* dan *return loss*. Hasil simulasi dapat dianalisis untuk memahami pengaruh *truncated corner* terhadap performa antena seperti *bandwidth* dan *return loss* dan mengoptimalkan desain untuk memperbaiki kinerja antena.

Pada penelitian [7]-[9] telah dilakukan teknik *truncated corner* pada antena microstrip yang menjadi *state of the art* dari penelitian ini. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisa pengaruh *truncated corner* terhadap *bandwidth* dan *return loss*

( $S_{11}$ ) pada antenna microstrip *coaxial-fed* pada frekuensi kerja antenna 2.4 GHz. Antena akan dirancang dan disimulasikan menggunakan material FR4 Epoxy dengan ketebalan 1.6 mm dengan konektor 50  $\Omega$ .

**A. Desain Antena**

Proses desain antenna dimulai dengan menentukan parameter antenna yang meliputi: frekuensi kerja, *gain*, *bandwidth* yang diinginkan, dan material yang digunakan. Parameter yang digunakan disesuaikan dengan aplikasi antenna yang dirancang, yakni pada frekuensi 2.4 GHz. Antena dirancang menggunakan bahan konduktor tembaga pada *patch* dan *ground plane* dengan ketebalan ( $t$ ) = 0,035 mm. Substrat antenna menggunakan bahan dielektrik FR-4 Epoxy dengan permitivitas relatif ( $\epsilon_r$ ) = 4,4, permeabilitas relatif ( $\mu_r$ ) = 1 dengan ketebalan ( $h$ ) = 1,6 mm.

Dimensi dari antenna dihitung menggunakan persamaan (3) – (7) [5] yang ada di bawah ini

- Frekuensi Kerja

$$f_{10} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \left( \frac{1}{2 \times L_p} \right) \quad (3)$$

- *Effective dielectric constant*

$$\epsilon_{eff} = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left[ 1 + 12 \frac{H}{W} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

- Panjang Tambahan Antena  $\Delta L$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left( \frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left( \frac{W}{h} + 0,8 \right)} \approx 0,5h \quad (5)$$

$$L_e = L_p + 2\Delta L \quad (5)$$

- Lebar *Patch*

$$W = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (6)$$

- Panjang *Patch*

$$L = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L \quad (7)$$

Berdasarkan persamaan di atas, proses desain antenna dimulai dari perhitungan dimensi yang mengarah ke desain praktis antenna microstrip. Persamaan (3) - (7) menjadi acuan untuk memperoleh ukuran dan dimensi antenna dengan frekuensi kerja 2,4 GHz yang kemudian parameter tersebut akan

disimulasikan dengan software CST Studio Suite 2019, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Dimensi Antena Microstrip 2.4 GHz

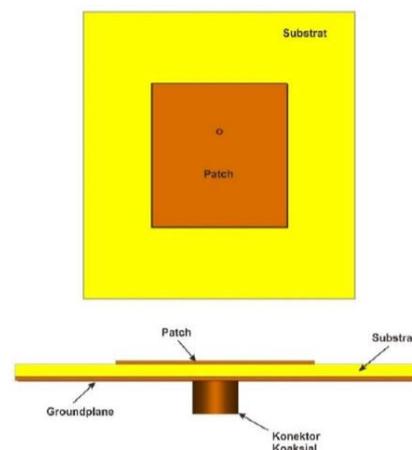
Parameter	Value (mm)
Substrate type	FR4 epoxy
Substrate length ( $L_s \times w_s$ )	57.90 x 51.32
Patch length ( $L_p \times w_p$ )	28.95 x 25.64
Substrate thickness	1.6
Patch thickness	0.035
Inner radius of pin	0.5
Outer radius of pin	2.5
Feed location	2.56

**B. Truncated Corner**

Sifat umum antenna *patch* biasanya memiliki *bandwidth* yang sempit karena pengaruh penggunaan dielektrik substrat dengan nilai permitivitas relatif. Salah satu cara untuk memperlebar *bandwidth* antenna *patch* adalah dengan memotong sudut sisi *patch* pada antenna. *Truncated corner* ( $T_c$ ) memiliki pengaruh yang sama dengan slot pada *patch* antenna, dimana luas penghantar antenna berkurang sehingga menyebabkan *Q factor* berkurang. Selain itu, penggunaan sudut terpotong juga dapat memberikan polarisasi melingkar pada antenna [7]-[8].

**C. Pencatuan Coaxial-Probe**

Metoda pencatuan menggunakan *coaxial-probe* merupakan metode pencatuan langsung yang banyak diaplikasikan karena mudah difabrikasi, kondisi *match* mudah diperoleh, dan memiliki radiasi *spurious* yang rendah. Namun, teknik pencatuan ini memiliki *bandwidth* yang sempit dan sulit untuk dimodelkan terutama untuk ketebalan substrat yang lebih tebal ( $h > 0,02\lambda$ ) [6] dan [10]. Gambar 2 menunjukkan struktur antenna microstrip dengan pencatuan *coaxial probe* dimana konduktor dalam menempel pada *patch* sementara konduktor luar dihubungkan ke *ground plane* [6].



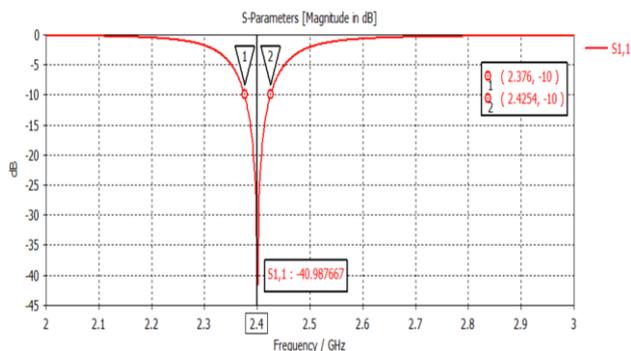
Gambar 2. Pencatuan Coaxial-Probe [6]

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter antenna yang diamati adalah *return loss* ( $S_{11}$ ), *bandwidth*, dan *gain*. Perhitungan dimensi antenna yang telah didapatkan dari persamaan (1) – (7) sesuai dengan tabel 1.

#### A. Microstrip Tanpa *Truncated Corner*

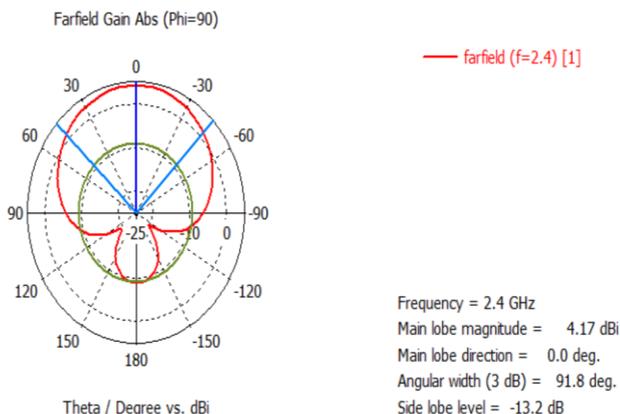
*Return loss* ( $S_{11}$ ) yang didapatkan dari hasil simulasi pada antenna microstrip pada frekuensi kerja 2.4 GHz adalah -40.98 dB. *Return loss* dari antenna yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. *Return Loss* Antena Desain Tanpa *Truncated Corner*

*Bandwidth* yang didapatkan dari hasil simulasi dilihat berdasarkan batasan minimal -10 dB dimana antenna bisa bekerja dengan aman. *Bandwidth* antenna simulasi yang memiliki *range* frekuensi kerja 2.37 – 2.42 GHz adalah sebesar 49.4 MHz. Jadi, antenna desain memiliki *fractional bandwidth* sebesar 2.06%. *Bandwidth* yang didapatkan terbilang cukup sempit dan perlu untuk dioptimalkan.

Pola radiasi dari antenna hasil desain bisa dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan hasil pola radiasi menunjukkan bahwa antenna desain memiliki pola radiasi *unidirectional* ke satu arah. Selain itu, pola radiasi juga bisa menggambarkan level *gain* antenna yang mana *gain* hasil simulasi adalah 4.17 dB.



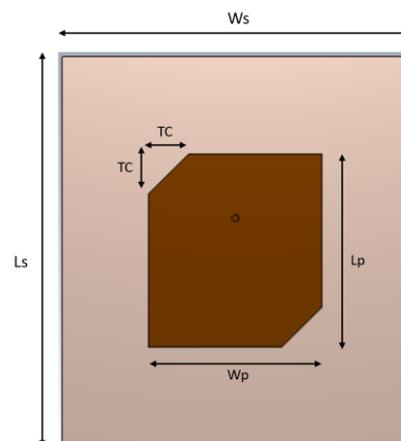
Gambar 4. Pola Radiasi Antena Desain

#### B. Optimasi *Bandwidth* Menggunakan *Truncated Corner*

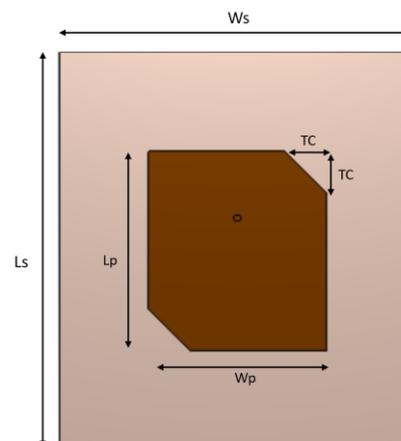
Penambahan *truncated corner* pada bagian ujung dari sisi antenna yang berlawanan akan di-*subtract* antara *patch* dengan bahan substrat antenna yakni FR4 Epoxy. Pemotongan *patch* dilakukan pada sisi kiri atas dengan sisi kanan bawah yang berlawanan (*left-side*) yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan sisi kanan atas dengan sisi kiri bawah (*right-side*) pada Gambar 6 untuk melihat perbandingannya.

Dilakukan teknik *parameter sweep* terhadap ukuran *truncated corner* pada *patch* antenna untuk melihat pengaruhnya terhadap *bandwidth* dan *return loss*. *Sweep* parameter dilakukan secara bertahap dan linear dengan mengatur ukuran pemotongan dengan koefisien *ptc* dari nilai 0 sampai 6. Ada 7 langkah *sweep* dengan *step width* sebesar 1.

Berdasarkan hasil simulasi dan *parameter sweep* terhadap *ptc*, maka dihasilkan beberapa nilai *return loss* dan *bandwidth* sesuai dengan ukuran pemotongan *patch* yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 5. *Left-Side Truncated Corner* Microstrip Antenna



Gambar 6. *Right-Side Truncated Corner* Microstrip Antenna

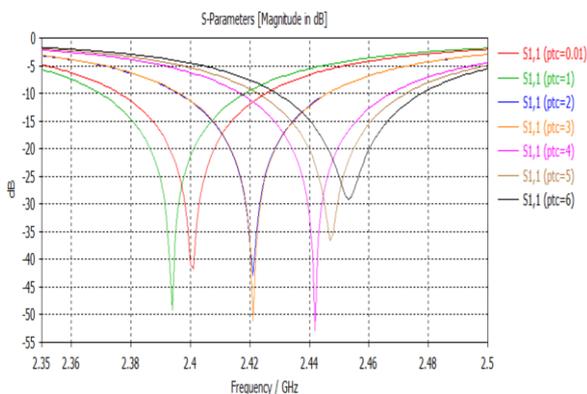
Tabel 2. Hasil Simulasi Parameter Sweep Left-Side Microstrip Antena

Koefisien Pemotongan TC (ptc)	Return Loss ( $S_{11}$ ) [dB]	Bandwidth [MHz]
0	-40.98	49.4
1	-49.14	48.8
2	-42.94	50.2
3	-51.10	50
4	-52.89	50.7
5	-36.62	50
6	-29.16	48.8

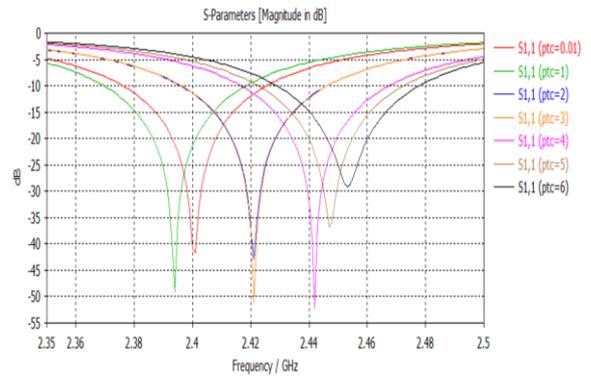
Tabel 3. Hasil Simulasi Parameter Sweep Right-Side Microstrip Antena

Koefisien Pemotongan TC (ptc)	Return Loss ( $S_{11}$ ) [dB]	Bandwidth [MHz]
0	-40.98	49.4
1	-49.11	48.8
2	-42.86	50.2
3	-51.10	50.2
4	-52.30	50.7
5	-36.62	50
6	-29.22	48.8

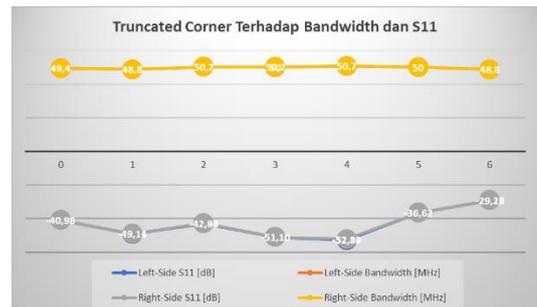
Hasil simulasi baik untuk *left-side* dan *right-side truncated corner* microstrip pada data diatas, dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran *patch* yang berkurang dari antena, maka terjadi pergeseran frekuensi kerja kearah yang lebih besar. Selain itu, pemotongan *corner* dari *patch* antena terbukti memberikan penambahan *bandwidth*. *Bandwidth* optimal didapatkan pada koefisien pemotongan *patch* (ptc) di kisaran 2 sampai 5. *Bandwidth* dan *return loss* mulai mengalami penurunan setelah koefisien 5, hal ini dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Perbedaan hasil simulasi untuk parameter *return loss* dan *bandwidth* yang didapatkan antara penggunaan *left-side* dan *right-side truncated corner* tidak terlalu signifikan. Hal ini bisa dilihat pada Gambar 9.



Gambar 7. Return Loss Left-Side Microstrip Antena



Gambar 8. Return Loss Right-Side pada Microstrip Antena



Gambar 9. Grafik Perbandingan Left-Side dan Right-Side Truncated Corner Pada Antena Microstrip

#### IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, telah dilakukan perhitungan dimensi dan simulasi antena microstrip menggunakan pencatuan *coaxial-fed* dan teknik *truncated corner* untuk meningkatkan *bandwidth* dari antena tersebut. Simulasi menunjukkan terjadi kenaikan *bandwidth* sebesar 1.3 MHz dengan *trade off* pergeseran frekuensi kerja. *Gain* antena yang dihasilkan adalah 4.17 dB dengan *match impedance* 50 Ω.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mudrik Alaydrus. 2011. Antena Prinsip & Aplikasi, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] J. D. Kraus, Antenas, 2nd ed., New Delhi: McGraw-Hill Inc., 1988.
- [3] Davendra K. Misra, Radio-Frequency and Microwave Communication Circuits: Analysis and Design, John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [4] Balanis C. A, "Microstrip Antenas," Antena Theory, Analysis and Design, Third Edition, John Wiley & Sons, pp. 811-876, 2010.
- [5] D G. Fang, "Antena Theory and Microstrip Antenas", CRC Press, United States of America, 2010.
- [6] R. Fikri, "Antena Microstrip Untuk Platform Komunikasi Daerah Rural", M.T. tesis, Institut Teknologi Bandung, Indonesia, 2019.

- [7] Fikri, R., Kurniawan, D., & Iskandar (2019). "Design Truncated Corner Rectangular Patch Antena with Multiple Slot Used in High Altitude Platform Station", 2019 IEEE 5th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT).
- [8] C. Z. Pratiwi, A. Munir. "A New Method of Bandwidth Widening for Square Patch Antena Fed by Proximity Feeding" International Conference on Wireless and Telematics, July, 2017.
- [9] C. Kamtongdee and N.Wongkasem, "A novel design of compact 2.4 GHz microstrip antenas", IEEE Antenas Wireless Propag. Lett., vol.11, Juni 2012. International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, 2012.
- [10] Angelin Immagulate, Jaffrin Rajam, Stephanie Rose, and G.Shine, "Design and Analysis of Multiband Microstrip Antena using Coaxial Feed for C & X-Band" ICCPCT International Conference on circuits Power and Computing Technologies, 2017.
- [11] H. Puji, G. Hendratoro, D. Purwanto, Y. Huda, and M. Syahroni "Evaluasi Sistem Pengukuran Kanal Radio Dua Arah dalam Gedung pada Pita 2,5 Ghz Menggunakan Antena Larik 3 Dimensi" JBPTP POLBAN, 2012.