

Desain dan Analisis Antena Mikrostrip Rectangular Dengan Slot “ ϖ ” Untuk Aplikasi WLAN 2,4 GHZ

Nurista Wahyu Kirana

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Kota Malang

Jl.Raya Tlogowaru No.3, Kedungkandang, Malang

Telp.(0341) 754088

E-mail: nurista@poltekom.ac.id

ABSTRAK

Mikrostrip dikembangkan untuk berbagai jenis aplikasi nirkabel, salah satunya yaitu WLAN (*Wireless Local Area Network*). Pada penelitian ini, slot ϖ ditambahkan pada tengah *patch rectangular* antena mikrostrip yang dirancang dengan menggunakan material FR4 Epoxy sehingga antena dapat mencakup *band* frekuensi WLAN 2,4 GHz. Ketebalan material *patch* yang digunakan adalah 1,5mm dan konstanta dielektrik 4,3. Antena dirancang dan disimulasikan menggunakan *software* CST Microwave Studio. Dengan mengubah posisi slot antena mikrostrip, didapatkan beberapa nilai parameter antena yang meliputi *gain*, *return loss*, *bandwidth* dan VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*). Hasil simulasi antena mikrostrip menunjukkan nilai *return loss* terbaik yaitu -37,46 dB, VSWR sebesar 1,027 pada frekuensi resonansi 2,446 GHz dan mempresentasikan *gain* sebesar 3,43 dBi. Dari hasil penelitian, penggunaan slot ϖ memberikan pengaruh untuk meningkatkan nilai *return loss* hingga 42,63% dan *bandwidth* sebesar 5,17%.

Kata Kunci: mikrostrip, slot, gain, bandwidth, WLAN

ABSTRACT

Microstrip is being developed in various wireless applications, one of them is the WLAN (Wireless Local Area Network). In this study, ϖ slot was added to the center of the rectangular patch microstrip antenna which is designed using FR4 Epoxy material, also 2.4 GHz WLAN frequency band covered by the antenna. The thickness of the patch material is 1,5mm and the dielectric constant is 4,3. The Antenna is designed and simulated using CST Microwave Studio software. By changing the position of the microstrip antenna slot, several antenna parameter values were obtained including gain, return loss, bandwidth, and VSWR (Voltage Standing Wave Ratio). The microstrip antenna simulation results showed the best return loss value of -37.46 dB, VSWR of 1.027 at the resonant frequency of 2.446 GHz, and presented a gain of 3.43 dBi. From the results, the use of ϖ slot has several effects of increasing the return loss value up to 42.63% and bandwidth by 5.17%.

Keywords: microstrip, slot, gain, bandwidth, WLAN

1. PENDAHULUAN

Konsep teknologi wireless muncul karena semakin dituntutnya suatu pola komunikasi yang efisien seiring dengan berkembangnya kebutuhan manusia. Contoh aplikasi wireless yang banyak digunakan adalah *Wireless Local Area Network* (WLAN). Untuk menyampaikan suatu pesan dalam komunikasi antar pengguna, tidak bisa terlepas dari penggunaan antena sebagai perangkat transmisinya. Antena digunakan sebagai perangkat untuk mengoptimalkan radiasi ke suatu arah tertentu, selain sebagai alat untuk memancarkan dan menerima gelombang. Oleh karena itu banyak dibuat antena dengan berbagai bentuk sesuai dengan kegunaan dan frekuensi kerjanya. Antena mikrostrip merupakan antena yang paling banyak digunakan untuk frekuensi *Wireless Local Area Network* (WLAN) karena bentuknya yang kecil dan ringan, sederhana, dan biaya yang murah dalam fabrikasinya. Namun, selain mempunyai kelebihan, antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan

yaitu *bandwidth* yang relatif sempit, efisiensi antena yang rendah, *gain* rendah, *losses* pada saluran pencatu mikrostrip, dan *directivity* yang kurang baik [1]. Penambahan slot pada patch antena mikrostrip dapat mengatasi berbagai permasalahan tersebut [2]

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan beberapa studi terkait penambahan slot pada *patch rectangular* antena mikrostrip. Penggunaan I-Slot [3], H-slot [4], V dan U-slot [5] serta slot berbentuk aksara jawa “ ϖ ” - slot “ ϖ ” [6] digunakan untuk meningkatkan nilai *return loss* dan VSWR. Selain itu, penggunaan slot berbentuk *patch rectangular* antena mikrostrip juga digunakan untuk meningkatkan nilai *bandwidth* [7]. Berdasarkan referensi penelitian yang telah ada, diharapkan dari penambahan slot pada patch mikrostrip dapat meningkatkan nilai performansi antena mikrostrip dengan memberikan kenaikan nilai *return loss* dan VSWR daripada antena mikrostrip tanpa slot.

2. PERANCANGAN ANTENA

Dalam perancangan antena mikrostrip dibutuhkan perhitungan dimensi antena mikrostrip, yang meliputi perhitungan panjang dan lebar antena mikrostrip. Panjang fisik mikrostrip (L) dihitung seperti pada Persamaan (1) [8] :

$$L = \left[\frac{c}{2 f_r \sqrt{\epsilon_{eff}}} \right] - 2\Delta L \tag{1}$$

dengan :

- L = panjang elemen (mm)
- c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
- f_r = frekuensi resonansi (Hertz)
- ϵ_{eff} = konstanta dielektrik efektif

Penambahan panjang line sambungan pada elemen *patch* antena dapat dihitung dengan persamaan [8]:

$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0,259) \left(\frac{W}{h} + 0,9\right)} \tag{2}$$

dengan :

- ΔL = penambahan panjang *line patch* (mm)
- ϵ_{reff} = permitivitas relatif efektif
- W = lebar elemen (mm)
- h = ketinggian substrat (mm)

Sedangkan untuk dimensi lebar antena (W) digunakan persamaan sebagai berikut [8]:

$$W = \left(\frac{c}{2f_r} \right) \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{-0,5} \tag{3}$$

dengan :

- L = panjang elemen (mm)
- c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
- f_r = frekuensi resonansi (Hertz)
- ϵ_r = konstanta dielektrik relatif

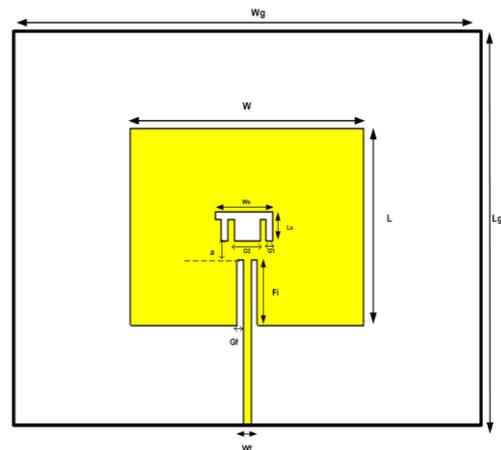
Nilai ϵ_{reff} dapat dihitung seperti pada persamaan (4).

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W} \right)^{-1/2} \tag{4}$$

dengan :

- ϵ_{reff} = permitivitas relatif efektif
- ϵ_r = konstanta dielektrik relatif
- h = ketinggian substrat (mm)
- W = lebar elemen (mm)

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan dari referensi pustaka dan jurnal untuk antena mikrostrip *patch* persegi dengan slot berbentuk \square seperti yang dipaparkan sebelumnya, didapatkan desain antena seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Mikrostrip Dengan “ \square ” Slot

Teknik pencatutan *microstrip line* digunakan dimana potongan konduktor dihubungkan langsung ke tepi *patch*. Ukuran untuk panjang dan lebar slot pada *patch* antena seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran Antena Mikrostrip

Dimensi Antena	Keterangan	Ukuran (mm)
a	Jarak slot dengan <i>feedline</i>	1
W_g	Lebar <i>groundplane</i> dan lebar substrat	72,54
L_g	Panjang <i>groundplane</i> dan panjang substrat	54,5
W	Lebar <i>patch</i>	36,27
L	Panjang <i>patch</i>	27,25
W_s	Lebar slot Ga	7
L_s	Panjang slot Ga	4
W_f	Lebar <i>feedline</i>	1,137
G_1	Lebar slot tengah	1
G_2	Lebar slot tepi	4
G_f	Jarak <i>patch</i> dan <i>feedline</i>	1
F_i	Jarak tepi bawah <i>patch</i> dan tepi atas <i>feedline</i>	9

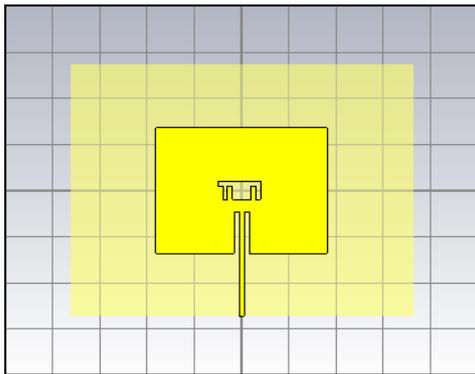
Patch antena diletakkan di atas substrat. Material substrat yang digunakan adalah FR4 Epoxy yang mempunyai konstanta dielektrik 4,3.

Groundplane diletakkan di lapisan bagian bawah substrat dengan material yang sama dengan material *patch* yaitu bahan tembaga. Dimensi panjang dan lebar *groundplane* sama dengan dimensi substrat mikrostrip. Nilai ketinggian substrat (h_s) yaitu 1,5 mm. Sedangkan untuk ketinggian *patch* (h_p) dan *groundplane* (h_g) sama karena menggunakan material tembaga yaitu 0,1 mm. Ilustrasi susunan layer mikrostrip ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lapisan mikrostrip tampak bawah

Setelah mendesain antenna sesuai dengan dimensi dan ukuran yang telah dihitung, maka diuji parameter antenna dengan *software* CST Microwave Studio. Parameter antenna yang diuji dari simulasi berupa *return loss*, *VSWR*, *gain*, *bandwidth*, dan pola radiasi antenna. Hasil desain mikrostrip dengan slot seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



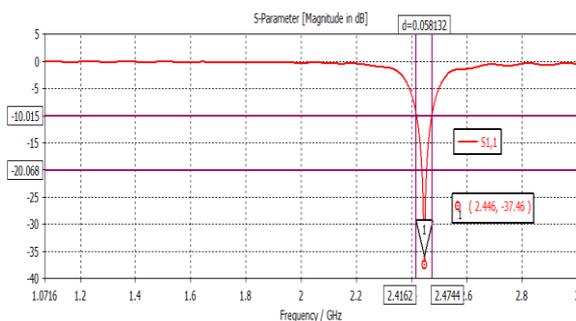
Gambar 3. Hasil desain mikrostrip

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil simulasi yang dibuat, diperoleh nilai parameter antenna berupa *return loss*, *bandwidth* *VSWR*, *gain*, dan pola radiasi antenna.

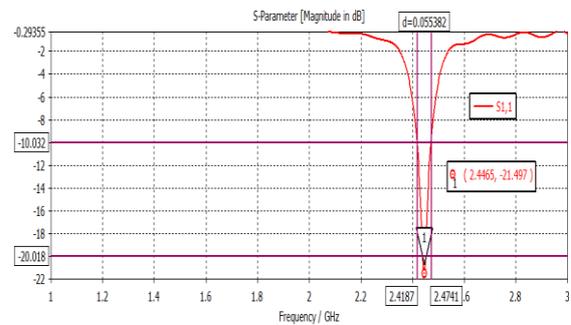
3.1 Return Loss dan Bandwidth

Return loss adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah -10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10% terpantulkan kembali. Pada penelitian ini, diperoleh nilai *return loss* seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil simulasi *return loss* mikrostrip dengan slot

Dari Gambar 4 terlihat nilai *return loss* mikrostrip sebesar -37,46 dB pada frekuensi 2,446 GHz. *Return loss* yang baik bernilai di bawah -10dB, oleh karena itu *measured lines* dipasang pada batas -10 dB. Rentang frekuensi kerja mencakup band frekuensi WLAN yaitu 2,416 GHz sampai dengan 2,474 GHz sehingga diperoleh nilai *bandwidth* sebesar 0,058 GHz pada mikrostrip dengan slot. Sebagai pembanding, nilai *return loss* pada mikrostrip *rectangular* sebelum ditambahkan slot pada *patch* mikrostrip, hasil yang diperoleh seperti pada Gambar 5.

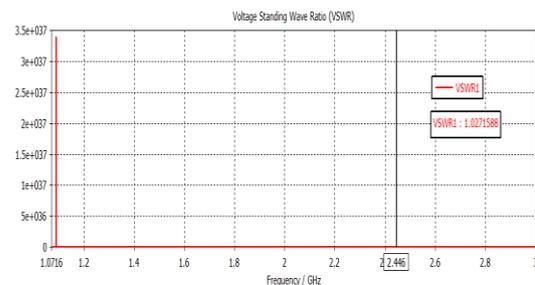


Gambar 5. Hasil simulasi *return loss* mikrostrip sebelum ditambahkan slot

Dari hasil simulasi Gambar 5 diperoleh nilai *return loss* yaitu -21,49 dB pada frekuensi yang sama yaitu 2,446 GHz. *Bandwidth* mikrostrip tanpa slot sebesar 0.055 GHz. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan slot Ga pada *patch* mikrostrip meningkatkan nilai *return loss* sebesar 42,63% dan juga *bandwidth* meningkat sebesar 5,17%.

3.2 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

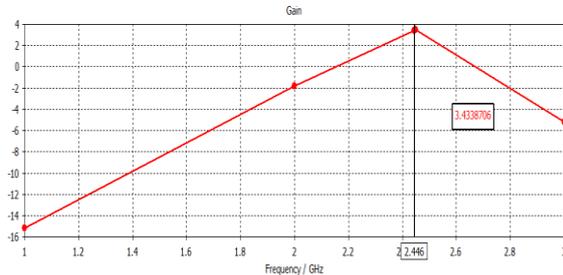
VSWR merupakan pengukuran dasar dari penyesuaian impedansi antara pemancar dan antenna. VSWR merupakan salah satu parameter penting yang perlu diperhitungkan dalam pengujian antenna. Hasil simulasi untuk tampilan VSWR mikrostrip dengan slot, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil simulasi VSWR pada mikrostrip dengan slot

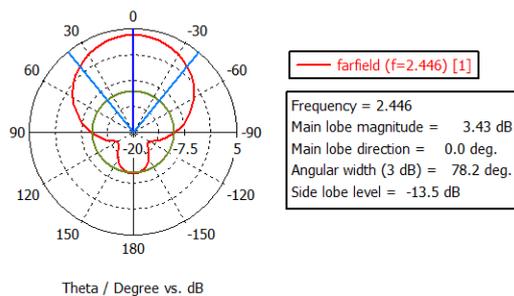
Nilai VSWR yang diperoleh sebesar 1,027 artinya memenuhi karakteristik antenna yang baik karena nilainya kurang dari 2.

Nilai *gain* pada hasil simulasi dapat diperoleh dengan memilih *Farfield and antenna properties* pada *template based post processing* kemudian dilanjutkan dengan memilih *Gain (IEEE)* pada *Farfield result*. Hasil simulasi *gain* mikrostrip dengan slot ditunjukkan pada Gambar 7.

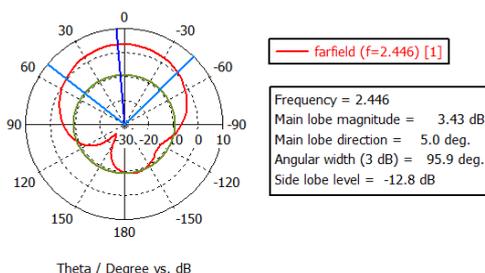


Gambar 7. Hasil simulasi *gain* mikrostrip dengan slot pada frekuensi 2,446 GHz

Seperti yang terlihat pada Gambar 7, hasil yang diperoleh yaitu nilai *gain* antenna mikrostrip dengan slot adalah 3,43 dBi. Selain itu, parameter antenna lain yang disimulasikan yaitu pola radiasi antenna bidang E (*E-plane*) seperti pada Gambar 8 dan bidang H (*H-plane*) seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



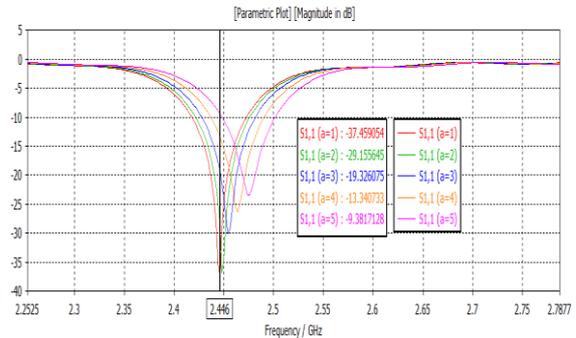
Gambar 8. Pola radiasi *E-plane*



Gambar 9. Pola radiasi *H-plane*

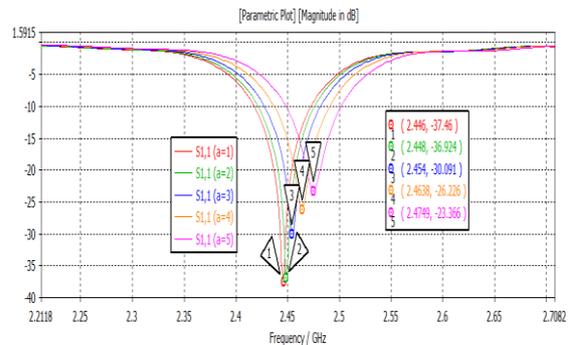
Pada skenario penelitian yang kedua, setelah diperoleh hasil simulasi parameter antenna langkah selanjutnya yaitu dengan mengubah posisi slot pada *patch* mikrostrip. Nilai awal *a* yaitu jarak antara slot

Ga dengan *feedline* mikrostrip yaitu 1 mm, kemudian parameter “*a*” diubah menjadi 2 mm, 3 mm, 4 mm dan 5 mm. Dari perubahan nilai tersebut menghasilkan nilai *returnloss* yang berbeda dan mengalami pergeseran frekuensi resonansinya seperti terlihat pada Gambar 10.



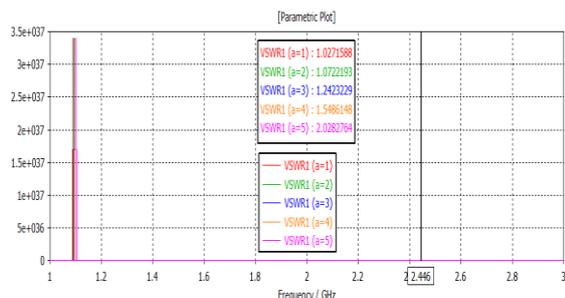
Gambar 10. Grafik *returnloss* terhadap perubahan nilai “*a*”

Dari Gambar 10, jika diambil nilai *returnloss* terbaik dari masing-masing grafik, maka didapatkan hasil seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Nilai *returnloss* setelah mengalami pergeseran dimensi slot

Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa pergeseran slot tiap 1 mm dari nilai 1 mm sampai dengan 5 mm menghasilkan pergeseran nilai frekuensi resonansi dari 2,446 GHz sampai dengan 2,4749 GHz. Sementara itu nilai VSWR antenna juga mengalami perubahan karena pergeseran slot, seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Nilai VSWR terhadap perubahan nilai “a”

Dari hasil simulasi *return loss* dan VSWR, diperoleh hasil pergeseran slot, semakin menjauh dari *feedline* maka nilai frekuensi resonansi juga akan bergeser, sementara nilai *returnloss* semakin mendekati -10 dB. Nilai *return loss* yang terbaik terletak pada $a=1$ mm dengan nilai -37,46 dB pada frekuensi 2,446 GHz dan VSWR yaitu 1,027. Nilai *return loss* dan VSWR semakin menurun ketika dilakukan pergeseran posisi slot dengan mengubah nilai a menjadi 2 mm, 3mm, 4 mm dan 5 mm. Hal ini menunjukkan bahwa pergeseran posisi slot pada *patch* antena juga berpengaruh pada pergeseran frekuensi resonansi, nilai *returnloss*, dan VSWR.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi dari desain dan analisis mikrostrip *rectangular* dengan slot “ Γ ” untuk aplikasi WLAN 2,4 GHz menghasilkan beberapa kesimpulan, yaitu:

- Penggunaan Γ slot pada *patch rectangular* mikrostrip meningkatkan nilai *return loss* sebesar 42,63% dibandingkan dengan mikrostrip tanpa slot. Pada mikrostrip dengan slot diperoleh nilai *return loss* yaitu -37,46 dB, sedangkan mikrostrip tanpa slot nilai *return loss*nya adalah -21,49 dB dengan frekuensi resonansi yang sama yaitu 2,446 GHz.
- Bandwidth pada antena mikrostrip tanpa slot sebesar 0.055 GHz, sedangkan setelah ditambahkan slot Γ pada *patch* mikrostrip bandwidth meningkat sebesar 5,17% menjadi 0,058 GHz.
- Nilai VSWR antena mikrostrip dengan slot yang diperoleh sebesar 1,027 dan *gain* sebesar 3,43 dBi.
- Perubahan posisi slot pada *patch* mikrostrip dengan merubah jarak antara slot dengan *feedline* mikrostrip yaitu 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm dan 5 mm memberikan efek pergeseran frekuensi resonansi disamping itu juga mengakibatkan menurunnya nilai VSWR dan *return loss* (semakin mendekati -10 dB). Nilai *return loss* yang terbaik terdapat saat nilai $a=1$ mm yaitu -37,46 dB di frekuensi 2,446 GHz dan VSWR sebesar 1,027.

- Untuk pengembangan penelitian, perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pengaruh bahan dielektrik substrat terhadap efektifitas performansi antena mikrostrip

PUSTAKA

- Casu, G., Moraru, C., & Kovacs, A. 2014. *Design and implementation of microstrip patch antenna array*. 2014 10th International Conference on Communications (COMM).
- Liu, S., Qi, S.-S., Wu, W., & Fang, D.-G. 2014. *Single-Layer Single-Patch Four-Band Asymmetrical U-Slot Patch Antenna*. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 62(9), 4895–4899.
- Mathur, P., & Kumar, G. 2017. *Waveguide fed microstrip antenna array using i-shaped slots at ka-band*. 2017 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation & USNC/URSI National Radio Science Meeting.
- Chen, Z., Dai, X., & Luo, G. 2018. *A new H-slot coupled microstrip filter-antenna for modern wireless communication systems*. 2018 International Workshop on Antenna Technology (iWAT).
- Dadhich, A., Deegwal, J. K., & Sharma, M. M. 2017. *Study and design of multiband antenna with V and U slot on patch for wireless application*. 2017 IEEE Applied Electromagnetics Conference (AEMC).
- Sotyohadi, S., Pramono S.H., Sarosa M. 2016. *Design and Fabrication of “Ha (Γ)” Shape-Slot Microstrip Antenna for WLAN 2.4 GHz*. Proceedings of Second International Conference on Electrical Systems, Technology and Information.
- Henderson, K. Q., Latif, S. I., & Lazarou, G. Y. 2017. *A multi-slot printed antenna excited with a microstrip line for 4G wireless systems*. 2017 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation & USNC/URSI National Radio Science Meeting.
- Bancroft, R. 2009. *Microstrip And Printed Antena Design Second Edition*. Raleigh : Scitech Publishing.