

# Perancangan Antena Mikrostrip Pendeteksi Ranjau

Yusnita Rahayu<sup>1</sup>, Hazwan<sup>1</sup>, M. Fadhlurrahman Hilmi<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya, Jalan. HR. Soebrantas Km. 12,5 Panam, Pekanbaru 28293, Telp/Fax (0761) 588156  
e-mail: yusnita.rahayu@lecturer.unri.ac.id

## Abstrak

Antena mikrostrip pendeteksi ranjau yang diusulkan dibuat dengan menggunakan bahan FR-4 dengan konstanta dielektrik 4,4 dan ketebalan substrat 1,5 mm. Untuk patch dari bahan copper (tembaga) diletakkan di bagian atas substrat antena. Kemudian, ground yang terbuat dari bahan copper (tembaga) diletakkan di bagian bawah substrat antena mikrostrip. Antena mikrostrip yang diusulkan memiliki frekuensi tengah di 790 MHz dengan lebar pita 86,53 MHz (dari 753,89 MHz hingga 840,42 MHz) dengan persentase lebar pita sebesar 10,9 %. Nilai Gain dan directivity didapat masing-masing ialah 1,6 dB dan 1,88 dBi pada frekuensi 790 MHz. Antena mikrostrip pendeteksi ranjau memiliki nilai impedansi sebesar 48,81-ohm dengan impedansi port 50 ohm.

**Kata kunci:** Deteksi Ranjau, Antena Mikrostrip

## Abstract

The microstrip antenna for landmine detection is made using FR-4 material with an electric constant of 4.4 and a substrate thickness of 1.5 mm. For the patch of copper (copper) is placed on top of the antenna substrate. Then, a ground made of copper is placed at the bottom of the microstrip antenna substrate. The proposed microstrip antenna has a center frequency of 790 MHz with bandwidth 86,53 MHz (from 753,89 MHz to 840,42 MHz) with a bandwidth percentage 10,9 %. The gain and directivity values obtained are 1.6 dB and 1,88 dBi respectively at a frequency of 790 MHz. The landmine detection microstrip antenna has an impedance value of 48.81 ohms with a port impedance of 50 ohms.

**Keywords:** Landmine Detection, Microstrip Antenna

## 1. Pendahuluan

Ranjau darat adalah alat peledak yang di tempatkan di dalam atau di permukaan bumi dengan tujuan untuk menghancurkan kendaraan dan melukai atau membunuh manusia. Ranjau darat biasanya digunakan selama konflik militer. Namun, ranjau darat kemungkinan masih tetap di dalam tanah dan tidak terdeteksi selama beberapa dekade setelah penghentian konflik militer. Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) memperkirakan bahwa saat ini ada lebih dari 199 juta ranjau darat yang terkubur di 71 negara di seluruh dunia, dan jumlah ranjau darat yang di gunakan meningkat sekitar 2 juta setiap tahun. Ledakan ranjau darat yang tidak di sengaja bisa membunuh atau melukai 2000 orang atau lebih setiap bulan, terutama warga sipil [1]. Ranjau darat bisa ditemukan diberbagai kondisi lingkungan, yaitu bisa di puing-puing bangunan, di perkotaan dan pedesaan pasca-konflik [2].

Jenis komposisi ranjau darat bervariasi, yaitu pertama jenis ranjau darat yang komposisi nya ialah logam (wadah logam yang berisi bahan peledak) dan jenis kedua yaitu ranjau darat yang berkomposisi dielektrik (wadah plastik yang berisi bahan peledak). Detektor logam yang sering dijadikan sebagai alat untuk deteksi ranjau darat hanya bisa mendeteksi ranjau darat yang terbuat dengan komposisi logam, namun tidak bisa digunakan untuk mendeteksi ranjau darat yang terbuat dari komposisi dielektrik (wadah plastik yang berisi bahan peledak). Oleh karena itu, antena yang diusulkan akan menggunakan sistem radar penetrasi tanah atau *Ground Penetrating Radar* (GPR) yang mampu untuk mendeteksi semua ranjau darat yang terbuat dari logam maupun dielektrik (wadah plastik yang berisi bahan peledak) [3]. Sistem radar penetrasi tanah atau *Ground Penetrating Radar* (GPR) ialah sistem elektromagnetik yang digunakan untuk mendeteksi objek yang terkubur di dalam tanah. Sensor yang terdiri dari transmisi dan penerimaan dipol antena, yang di setel ke frekuensi 790 MHz [4].

*Ground Penetrating Radar* (GPR) digunakan untuk penyelidikan dibawah permukaan tanah, seperti deteksi objek yang terkubur di bawah permukaan bumi, terowongan tersembunyi, kabel, pipa, dan ranjau darat. GPR menggunakan gelombang elektromagnetik untuk

mendeteksi objek yang terkubur di bawah tanah. Aplikasi GPR dapat dioperasikan dengan memancarkan energi ke tanah dan mendeteksi sinyal gema (sinyal pantulan) dari suatu objek atau target [5]. Antena mikrostrip merupakan suatu antena yang terdiri dari tiga bagian yakni *patch*, *substrate* dan *ground*. Antena mikrostrip banyak digunakan pada peralatan telekomunikasi modern, aplikasi radar militer dan lain-lain karena bentuknya yang kecil namun mampu memberikan unjuk kerja yang baik. Antena Mikrostrip adalah antena dengan bentuk yang sederhana, murah untuk di fabrikasi dan karena bentuknya yang kecil, maka antena ini dapat dipasang pada pesawat yang berkinerja tinggi, pesawat ruang angkasa, satelit, rudal, mobil, dan bahkan perangkat seluler [6].

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Vatanjeet Singh dkk. (2016) dalam jurnal yang berjudul "*Flexible FR-4 based Novel Ultra-Wide Band Microstrip Patch Antenna for Buried Landmine Detection applications*" telah menghasilkan antena untuk aplikasi deteksi ranjau yang terkubur pada frekuensi kerja 790 MHz dan antena sudah di fabrikasi serta sudah dilakukan pengujian menggunakan *Network Analyzer E5071C*. Oleh karena itu, dalam jurnal ini antena yang diusulkan dapat digunakan pada aplikasi GPR dimana sinyal yang dipancarkan akan diarahkan ke bawah tanah untuk mendeteksi keberadaan ranjau darat. Frekuensi kerja yang digunakan dalam merancang antena ini adalah 790 MHz dan lebar pita sebesar 86,53 MHz (dari 753,89 MHz hingga 840,42 MHz). Antena mikrostrip yang dirancang akan disimulasikan dengan *software CST Microwave Studio*.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Menentukan Jenis Material yang digunakan dan Perancangan Antena Pendeteksi Ranjau

Sebelum memulai prancangan antena, ada beberapa nilai spesifikasi yang akan di jadikan parameter acuan yang meliputi parameter pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Acuan Antena yang Diusulkan

Parameter	Nilai
Frekuensi Kerja	790 MHz
Return Loss	< -10 dB
Gain / Directivity	> 1,5 dB
VSWR	≤ 2

Pada desain awal perancangan antena yang diusulkan, dimensi *patch* yang digunakan dalam perancangan antena ini menggunakan rumus [6][7]:

a. Lebar *Patch* ( $W_p$ )

$$W_p = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (1)$$

b. Panjang *Patch* ( $L_p$ )

$$L_p = L_{\text{eff}} - 2\Delta L \quad (2)$$

dimana :

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}}$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2}}{\sqrt{1 + 12 \left(\frac{h}{W}\right)}}$$

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)}$$

Keterangan :  $L$  = panjang *patch* (mm)

$L_{\text{eff}}$  = panjang *patch* efektif (mm)

$h$  = ketebalan substrat (mm)

$\epsilon_r$  = konstanta dielektrik relatif

$\epsilon_{\text{reff}}$  = konstanta dielektrik relative efektif

Kemudian untuk dimensi *Ground* antenna dalam perancangan ini menggunakan rumus:

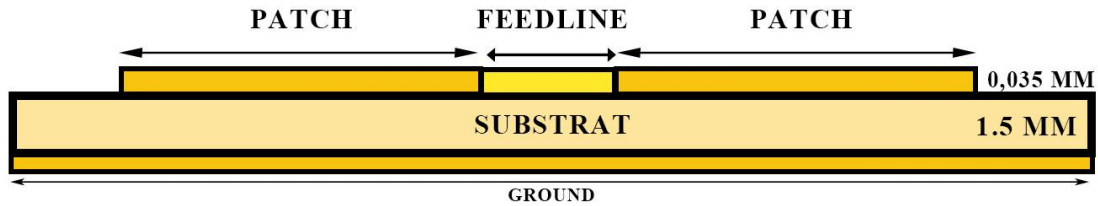
a. Lebar *Ground*

$$W_g = 6h + W_p \quad (3)$$

b. Panjang *Ground*

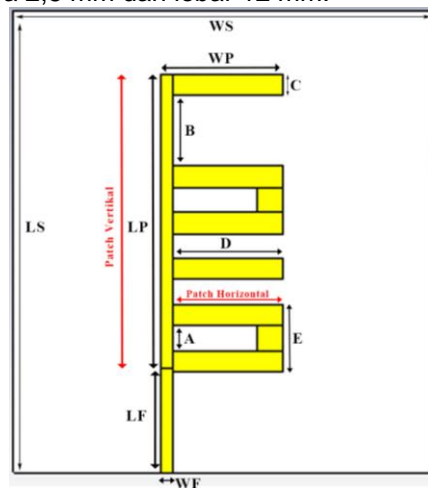
$$L_g = 6h + L_p \quad (4)$$

Pada perancangan antenna yang diusulkan, antenna dirancang dengan menggunakan bahan Substrat FR-4 (*Flame Retardant 4*) dengan konstanta dielektrik 4,4 dan ketebalan substrat 1,5 mm. Untuk *patch* dibuat dengan bahan tembaga (*copper*) dengan ketebalan 0,035 mm. Dimensi antenna tampak samping dapat dilihat seperti Gambar 1.

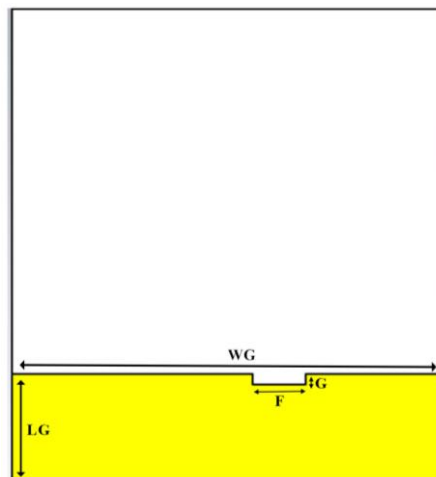


Gambar 1. Tampilan Tampak Samping Antena yang diusulkan

Sedangkan untuk *feedline* antenna juga di buat dari bahan *copper* dengan dimensi panjang *feedline* 25 mm dan lebar *feedline* 2,8 mm. Serta *Ground* antenna juga di buat dari bahan *copper* dengan ketebalan yang sama dengan *patch* dan *feedline* antenna yaitu 0,035 mm, dimensi panjang dan lebar *ground* masing-masing adalah 25 mm dan 100 mm, terdapat slot pada *ground* yang panjangnya 2,5 mm dan lebar 12 mm.



Gambar 2. Tampak Atas Antena yang diusulkan



Gambar 3. Tampak Belakang Antena yang diusulkan

## 2.2 Simulasi dan Karakterisasi Antena Mikrostrip yang diusulkan

Setelah menentukan dan merancang bentuk antena, maka tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi antena menggunakan software CST Microwave Studio. Apabila hasil proses simulasi antena tidak memenuhi parameter yang diinginkan, maka dilakukan proses karakterisasi antena untuk mendapatkan hasil parameter yang optimal.

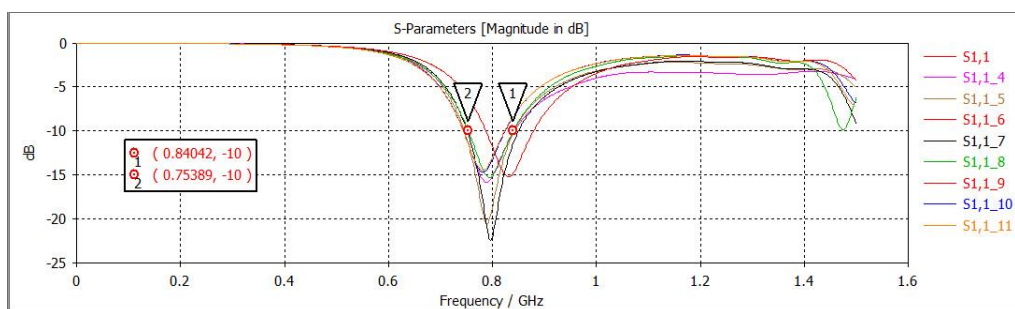
Dalam proses karakterisasi antena secara umum untuk menggeser frekuensi kerja dari antena adalah dengan memperbesar atau memperkecil dimensi *patch* antena. Namun, pada karakterisasi antena yang diusulkan, antena di karakterisasi dengan menghilangkan atau menambahkan *patch* horizontal pada antena dan sedikit penambahan slot pada bagian *ground* antena yang diusulkan hingga akhirnya didapatkan nilai frekuensi pada 790 MHz serta nilai *return loss* dibawah -10 dB. Pada bagian *feedline* antena juga di karakterisasi dimana dalam hal ini yaitu lebar dari *feedline* antena mempunyai pengaruh cukup besar pada nilai impedansi antena hingga di dapat nilai impedansi yang sudah mendekati nilai standar impedansi antena yaitu 50 Ohm.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Antena yang diusulkan terdiri dari 1 substrat yang di bagian atasnya terdapat *patch* antena, dan *ground* yang terletak di bagian bawah substrat antena. Kemudian, untuk Kinerja antena yang diusulkan di analisis dengan parameter *Return Loss* (dB), *VSWR*, *Directivity* (dBi), *Gain* (dB), Lebar pita (MHz), dan Impedansi Antena (Ohm). Tabel dimensi antena dibawah ini adalah tabel dimensi antena yang nilai nya didapat dari hasil karakterisasi / optimasi antena yang diusulkan.

Tabel 2. Dimensi Antena

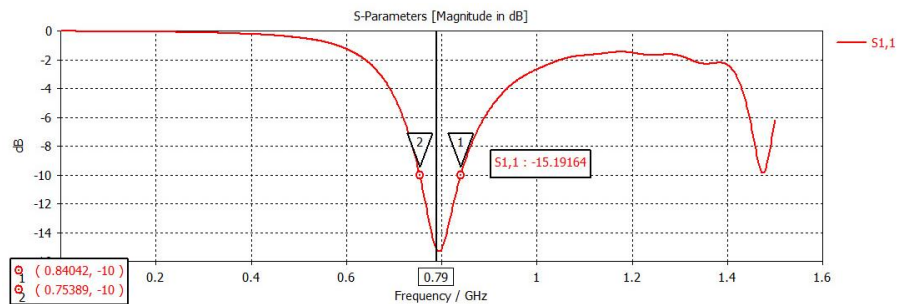
Dimensi Antena	Nilai (Mm)	Dimensi Antena	Nilai (Mm)
Wp	28,8	Lg	25
Lp	70	Hg	0,017
Hp	0,035	A	6
Wf	2,8	B	17
Lf	25	C	5
Ws	100	D	26
Ls	110	E	16
Hs	1,5	F	12
Wg	100	G	2,5



Gambar 4. Hasil Grafik Return Loss dengan Penambahan dan Pengurangan *Patch* Horizontal Antena

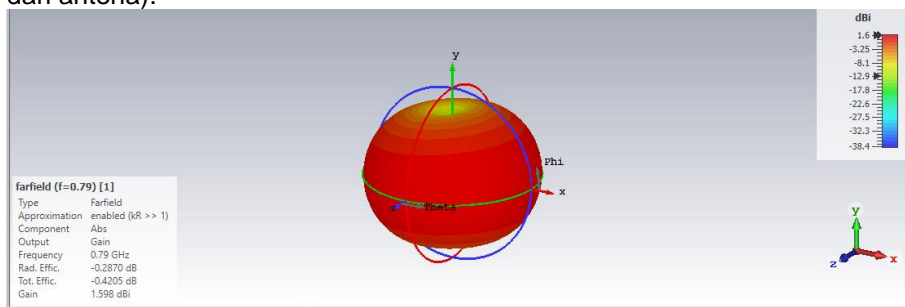
Proses karakterisasi pada Gambar 4 dengan penambahan dan pengurangan *patch* horizontal bertujuan untuk mendapatkan nilai *bandwidth* yang paling optimal, yang mana sebelum di karakterisasi *bandwidth* yang di dapat memang cukup bagus namun nilai impedansi yang di dapat masih jauh dari nilai impedansi standar yaitu 50 Ohm. Untuk itu pada karakterisasi selanjutnya yaitu dengan melakukan perubahan dimensi lebar *feedline* yaitu menjadi 2,8 mm dari yang sebelumnya 5,4 mm (dari hasil perhitungan dengan rumus untuk mencari *feedline*) hingga akhirnya di dapat nilai impedansi 48,81 Ohm dari nilai impedansi 50 Ohm.

Setelah diambil nilai yang paling optimal dari proses karakterisasi, maka grafik nilai *Return Loss* (daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan) di tunjukkan pada Gambar 5.



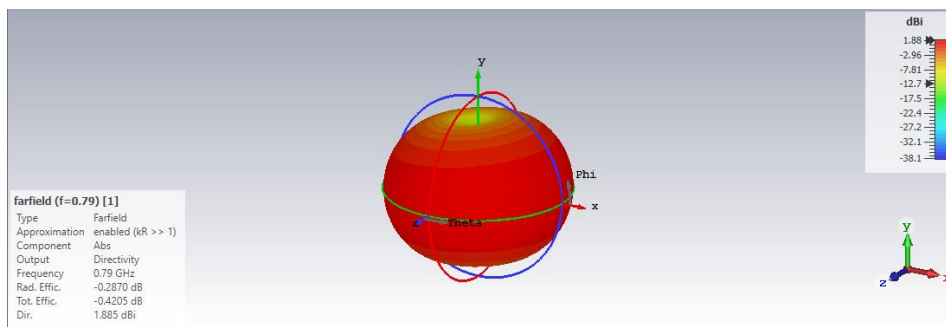
Gambar 5. Return Loss (S1.1) dari Antena yang diusulkan

Dari Gambar 5 diketahui bahwa *Return Loss* yang di dapatkan adalah -15,191 dB pada frekuensi kerja 790 MHz. Jadi, antena sudah di katakan baik karena antena yang baik minimal memiliki nilai *Return Loss* dibawah -10 dB (yaitu 90% sinyal dapat di serap dan 10% sinyal direfleksi dari antena).



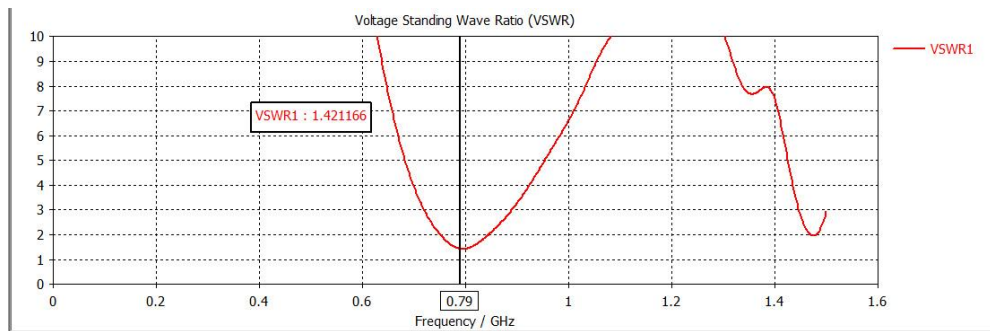
Gambar 6. Gain Antena yang diusulkan

*Gain* adalah parameter antena yang menunjukkan seberapa efisien sebuah antena dapat mentransformasi daya yang ada pada terminal masukan menjadi daya yang teradiasi pada arah tertentu. Dari gambar diatas diketahui antena memiliki nilai *Gain* sebesar 1,6 dB pada frekuensi 790 MHz.



Gambar 7. Directivity Antena yang diusulkan

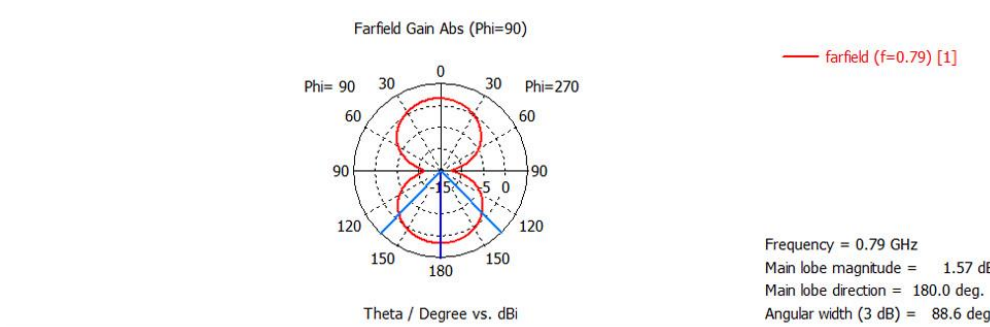
*Directivity* antena adalah parameter antena yang menggambarkan kemampuan antena untuk memfokuskan energi ke arah tertentu dibandingkan ke arah lainnya. Dari gambar diatas diketahui nilai *directivity* antena adalah 1.88 dBi pada frekuensi 790 MHz.



Gambar 8. Plot VSWR Antena yang diusulkan

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ( $V_{max}$ ) dengan minimum ( $V_{min}$ ). Kondisi VSWR yang paling baik adalah ketika nilai VSWR=1 yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun, dalam praktiknya sulit untuk mendapatkan VSWR=1. Oleh karena itu, pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik ialah  $VSWR \leq 2$ .

Dari Gambar 8 diketahui nilai VSWR antena yang diusulkan adalah 1,421 pada frekuensi 790 MHz, jadi nilai VSWR antena yang diusulkan sudah dikatakan baik karena nilai  $VSWR \leq 2$ .



Gambar 9. Pola Radiasi Antena yang diusulkan

Dari gambar 9. diatas diketahui bahwa antena memiliki pola radiasi *bidirectional* dengan nilai *Main Lobe Direction* antena yaitu  $180^\circ$  pada frekuensi kerja 790 MHz.

#### 4. Kesimpulan

Antena mikrostrip pendeteksi ranjau yang diusulkan dibuat dengan menggunakan bahan FR-4 dengan konstanta dielektrik 4,4 dan ketebalan substrat 1,5 mm telah memenuhi spesifikasi nilai parameter yang ingin dicapai. Untuk *patch* dari bahan *copper* (tembaga) diletakkan di bagian atas substrat antena dengan ketebalan *patch* 0,035 mm. Kemudian, *ground* yang juga terbuat dari bahan *copper* (tembaga) diletakkan di bagian bawah substrat antena mikrostrip dengan ketebalan 0,017 mm. Antena mikrostrip yang diusulkan memiliki frekuensi tengah di 790 MHz dengan lebar pita 86,53 MHz (dari 753,89 MHz hingga 840,42 MHz) dengan persentase lebar pita sebesar 10,9 %. Nilai Gain dan directivity didapat masing-masing ialah 1,6 dB dan 1,88 dBi pada frekuensi 790 MHz. Antena mikrostrip pendeteksi ranjau memiliki nilai impedansi sebesar 48,81-ohm dengan impedansi port 50-ohm.

#### Daftar Pustaka

- [1] Zainud-Deen, S. H., M. E. Badr, E. El-Deen, K. H. Awadalla, and H. A. Sharshar, "Microstrip Antenna with Defected Ground Plane Structure as A Sensor for Landmines Detection," *Process in Electromagnetics Research B*, Vol. 4, 27-39. 2008.
- [2] Zainud-Deen, S. H., M. E. Badr, E. El-Deen, K. H. Awadalla, and H. A. Sharshar, "Effects of Soil Physical Properties on Landmines Detection Using Microstrip Antenna as A Sensor" *Process In Electromagnetics Research B*, Vol. 7, 13-24. 2009.

- [3] Bourgeois, J. M. and G. S. Smith, *A complete electromagnetic simulation of the separated-aperture sensor for detecting buried land mine*. IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. 46, 1419– 1426, Oct. 1998.
- [4] Singh, Vatanjeet and Ekambir Sidhu. *Flexible FR-4 based Novel Ultra-Wide Band Microstrip Patch Antenna for Buried Landmine Detection applications*. 2016.
- [5] Khalid,N., Z. Ibrahim, M.N.A. Karim. *Directional and Wideband Antenna for Ground Penetrating Radar (GPR) Applications*. 2016.
- [6] Balanis, Constantine A. *Antenna Theory Analysis and Design 4nd Edition*. United State of America: John Wiley and Sons, Inc. 2016.
- [7] Rashid, Zhwan Mohammed and Asaad M. Jasminn AL-Hindawi, *Design of Adaptive Planar Microstrip Patch Array Operating at 28 GHz for 5G Smart Mobile System*. Vol. 4. 2019