

## Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Patch Bowtie* dengan Pencatuan *Proximity Coupled* untuk Aplikasi Lora pada Frekuensi 920-923 Mhz

Rizqi Ramadhan Rachmatullah <sup>1)</sup>, Sotyohadi <sup>2)</sup>, Michael Ardita <sup>3)</sup>

<sup>1),2),3)</sup>Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Sigura-gura 2 Malang  
Email : [1712082@scholar.itn.ac.id](mailto:1712082@scholar.itn.ac.id)

**Abstrak.** LoRa merupakan perangkat teknologi komunikasi nirkabel yang saat ini digunakan untuk mendukung berbagai komunikasi jaringan salah satunya seperti IoT. Teknologi LoRa dapat diintegrasikan dengan berbagai perangkat jaringan. Dengan kebutuhan antena LoRa yang *low profile*, antena mikrostrip dapat diunggulkan untuk LoRa dikarenakan kelebihannya yang kompak dan mudah difabrikasi. Dengan mengacu peraturan pemerintah terkait frekuensi kerja Low Power Wide Area (LPWA) LoRa, maka pada penelitian ini dilakukan perancangan antena mikrostrip patch bowtie yang bekerja pada frekuensi 920-923 MHz yang menggunakan teknik pencatuan *proximity coupled*. Rancangan antena mikrostrip disimulasikan dan dianalisa menggunakan software CST Studio Suite 2020. Antena mikrostrip menggunakan substrat dielektrik berjenis FR4 Epoxy fiberglass dengan nilai permitivitas 4,4, dimensi antena didapatkan melalui perhitungan rumus. Hasil realisasi fabrikasi antena mikrostrip mendapatkan nilai frekuensi kerja 921,5 MHz dengan nilai *return loss* = -62,57 dB, VSWR = 1,001, *gain* = 3,371 dBi.

**Katakunci:** CST Studio Suite, FR4, Gain, LPWA, Return Loss, VSWR

### 1. Pendahuluan

Antena merupakan sebuah perangkat yang dapat menghubungkan saluran transmisi dengan gelombang ruang bebas. Dalam sistem komunikasi, antena berfungsi sebagai media penerima dan pemancar gelombang elektromagnetik [1]. Antena berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal-sinyal informasi secara *wireless* (tanpa kabel) sehingga memungkinkan komunikasi jarak jauh. Saat ini pengembangan dari sistem komunikasi membutuhkan perangkat antena yang *low profile*, harga terjangkau, ringan yang dapat mempertahankan dan memberikan kinerja tinggi melalui spektrum frekuensi yang luas [2]. Antena yang sesuai dengan kriteria tersebut salah satunya adalah antena mikrostrip. Selain bentuknya yang kecil, antena mikrostrip memiliki berbagai keunggulan seperti fabrikasi antena yang mudah, desain antena yang kompak dan biaya perancangan yang murah [3].

LoRa (*Long Range*) merupakan perangkat teknologi komunikasi nirkabel yang memiliki konsumsi daya yang rendah, jangkauan yang jauh, kecepatan data yang rendah, dan transmisi data yang aman. Teknologi LoRa dapat diintegrasikan dengan berbagai perangkat jaringan. Antena mikrostrip merupakan salah satu antena yang dapat diaplikasikan untuk sistem komunikasi *Long Range* (LoRa). Antena mikrostrip dapat menjadi solusi untuk membuat kinerja dari sistem LoRa menjadi lebih baik, dikarenakan pada LoRa juga dibutuhkan karakteristik antena *low profile*. Antena mikrostrip diunggulkan untuk LoRa dikarenakan kelebihannya seperti bentuknya yang tipis dan kecil, memiliki bobot yang ringan, mudah untuk difabrikasi, mudah untuk diintegrasikan dengan berbagai perangkat elektronika lain [4].

Namun terdapat beberapa kelemahan pada antena mikrostrip, diantaranya sempitnya *bandwidth*, efisiensi dan *gain* yang rendah [1]. Untuk memperbaiki keterbatasan *bandwidth* yang dimiliki antena mikrostrip, penulis merancang dan membuat antena mikrostrip dengan *patch* antena berbentuk dasi kupu-kupu (*bowtie*) dengan pencatuan *proximity coupled* yang akan digunakan sebagai antena LoRa. Antena dengan elemen peradiasi *bowtie* sendiri merupakan pengembangan desain antena dari bentuk dasar segitiga (*triangle*) yang dapat menghasilkan frekuensi kerja sama pada kedua polarisasinya. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan teknik pencatuan *proximity coupling* pada rancangan antena mikrostrip dengan elemen peradiasi bentuk segitiga 2 *array* mendapatkan peningkatan *bandwidth* WLAN 2,4 MHz [5]. Selanjutnya pada penelitian perancangan dan realisasi antena *bowtie*

antipodal 1,6 GHz untuk *Ground Penetrating Radar* (GPR) didapatkan peningkatan nilai parameter *bandwidth* sebesar 540 MHz dan *returnloss* 540 dB [6].

Saat ini, regulasi terkait LPWA LoRa Indonesia ditetapkan pada frekuensi 920-923 MHz, sesuai dengan PM Kominfo No.1 2019 dan PERDIRJEN SDPPI No 3 Tahun 2019. Mengacu hasil penelitian terdahulu, penulis merancang antena mikrostrip *patch bowtie* dengan teknik pencatutan *proximity coupled* pada frekuensi 921,5 MHz yang akan digunakan untuk mengoptimalkan perangkat LoRa.

### 1.1. Antena Mikrostrip Patch Bowtie

Antena mikrostrip adalah salah satu bentuk antena yang memiliki beberapa keunggulan dan keuntungan dari antena yang lain, seperti mempunyai bobot yang ringan, volume kecil, kemudahan fabrikasi dalam jumlah yang besar karena menggunakan teknologi *printed-circuit*, dan biaya produksi yang murah [7]. Pada antena mikrostrip, terdapat empat elemen yaitu *patch* sebagai elemen peradiasi, substrat dielektrik, serta *groundplane*. Substrat dielektrik berada diantara lapisan *patch* dan *ground*. Setiap substrat memiliki konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) yang berkisar antara  $2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$  dan ketebalan substrat berkisar antara  $0,003\lambda_0 \leq h \leq 0,05\lambda_0$ .

Antena mikrostrip dengan bentuk saluran peradiasi *bowtie* merupakan pengembangan dari desain antena berbentuk *patch* segitiga dan bentuk *planar* dari antena biconical. Dengan bentuk radiator yang besar pada *patch bowtie* sehingga memiliki kelebihan *beamwidth* yang lebar. Antena mikrostrip *bowtie* dapat menghasilkan frekuensi kerja yang sama pada kedua polarisasinya [8]. Dalam mencari dimensi antena mikrostrip *patch bowtie* terdapat hal penting yang harus diketahui seperti ketebalan dielektrik substrat ( $h$ ) dan konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ). Berikut persamaan untuk mencari dimensi antena mikrostrip. Menurut [1], untuk mencari panjang  $b$  digunakan persamaan :

$$s = \frac{2c}{3f \times \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (1)$$

Selanjutnya mencari nilai lebar dan panjang *patch* pada posisi panjang gelombang  $90^\circ$  dengan menggunakan nilai  $s$  :

$$\frac{1}{4} \times W_{sgt} \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{1}{4} \times L_{sgt} \dots\dots\dots (3)$$

Kemudian mencari lebar dan panjang saluran transmisi dengan  $Z_0 = 50$  Ohm :

$$B = \frac{60 \times \pi^2}{Z_0 \times \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (4)$$

$$W_{lst} = \frac{2 \times h}{\pi} \times \left[ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \times \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right] \dots\dots\dots (5)$$

Setelah mendapatkan nilai  $W_{lst}$ , maka dihitung nilai dari  $\epsilon_{eff}$  :

$$\frac{W_{lst}}{h} > 1, \text{Maka :}$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \times \frac{h}{W_{lst}}}} \right] \dots\dots\dots (6)$$

$$\frac{W_{lst}}{h} < 1, \text{Maka :}$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \times \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \times \frac{h}{W_{lst}}}} + 0,04 \times \left( 1 - \frac{w}{2} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (7)$$

Selanjutnya mencari lamda bahan yang memiliki  $\epsilon_{eff}$  pada suatu material :

$$\lambda d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \dots\dots\dots (8)$$

Nilai  $\lambda_d$  digunakan untuk mendapatkan nilai dari panjang saluran transmisi pada posisi panjang gelombang  $90^\circ$  :

$$\frac{1}{4} \times \lambda_d \dots\dots\dots (9)$$

Menentukan ukuran *groundplane* [9]

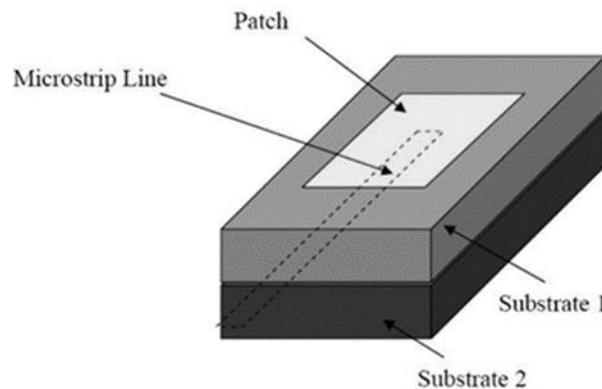
Lebar dan panjang *groundplane* :

$$W_g = 6h + W_{sgt} \dots\dots\dots (10)$$

$$L_g = 6h + L_{sgt} \dots\dots\dots (11)$$

**1.2. Antena Mikrostrip Patch Bowtie**

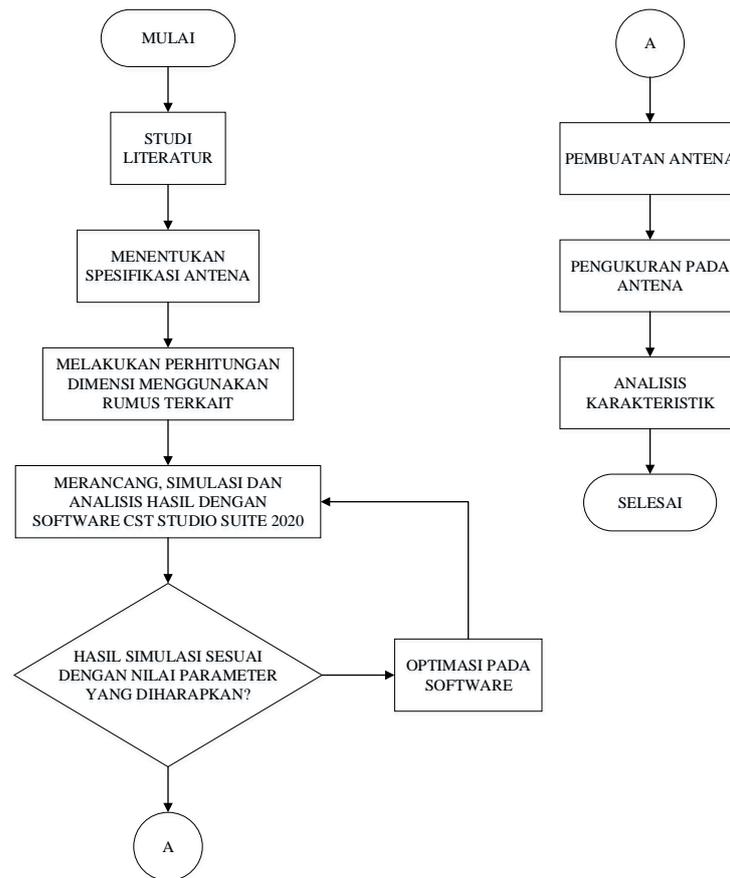
Terdapat 2 layer substrat dielektrik pada teknik pencatuan *proximity coupled feeding*. Pada bagian atas substrat pertama posisi *patch* diletakkan, di atas layer kedua substrat terdapat *feeding*. Pencatuan yang digunakan berjenis pencatuan tidak langsung dimana pencatuan dikopel secara elektromagnetis dengan *feeding* dan dibatasi dengan substrat dielektrik. Pencatuan ini dapat memperluas *bandwidth* dan mengurangi radiasi yang tidak diperlukan, namun pencatuan ini memiliki kelemahan yaitu pada desain antena dibagian bawah dan atas layer harus tepat dalam memposisikan supaya energi terkopel dengan baik [10].



Gambar 1 Teknik pencatuan *proximity coupled*

**2. Perancangan Antena Mikrostrip**

Pada perancangan ini menggunakan beberapa tahapan dan metodologi penelitian dalam proses perencanaan dan pembuatan antena mikrostrip yang dapat bekerja pada frekuensi 920-923 MHz dan menjadi antena LoRa. Berikut tampilan diagram alir penelitian :



Gambar 2 Diagram alir perancangan antenna mikrostrip

### 2.1. Spesifikasi dan Dimensi Antena Mikrostrip

Tabel 1. Spesifikasi Substrat

No.	Jenis Substrat	FR4 Epoxy <i>fiberglass</i>
1	Konstanta Dielektrik ( $\epsilon_r$ )	4,4
2	Loss Tangen ( $\tan \delta$ )	0,02
3	Ketebalan Dielektrik (h)	1,6 mm
4	Ketebalan Tembaga (t)	0,035 mm

Pada tabel 1 merupakan spesifikasi dari substrat yang digunakan, antenna mikrostrip difabrikasi menggunakan substrat berjenis FR4 Epoxy dengan permitivitas ( $\epsilon_r$ ) 4,4. Pemilihan substrat dapat berpengaruh pada kinerja dan dimensi dari sebuah antenna mikrostrip, semakin tebal sebuah substrat maka nilai permitivitas bahan kecil sehingga *bandwidth* yang dihasilkan juga semakin lebar namun dimensi antenna akan semakin bertambah besar dan begitu sebaliknya [1].

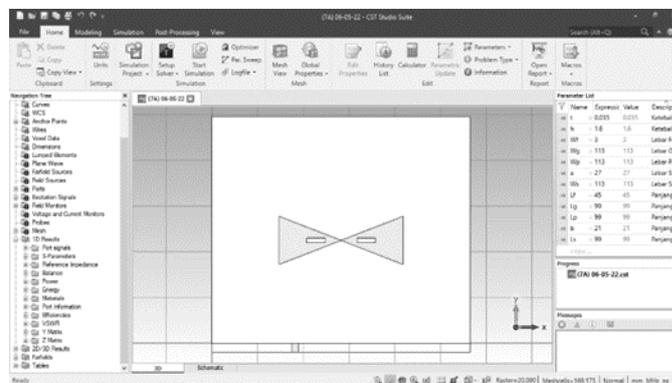
Tabel 2. Dimensi Antena Mikrostrip

No.	Dimensi	Ukuran (mm)
1	Ketebalan Bahan Konduktor (t)	0,035
2	Ketebalan Substrat (h)	1,6
3	Lebar Sisi <i>Bowtie</i> (a)	27
4	Panjang Sisi <i>Bowtie</i> (b)	21
5	Lebar <i>Feedline</i> (Wf)	3
6	Lebar <i>Groundplane</i> (Wg)	113
7	Lebar Substrat (Ws)	113
8	Lebar <i>Patch</i> (Wp)	113
9	Lebar Slot (Wsl)	8
10	Panjang <i>Feedline</i> (Lf)	45
11	Panjang <i>Groundplane</i> (Lg)	103
12	Panjang Substrat (Ls)	99
13	Panjang <i>Patch</i> (Lp)	99
14	Panjang Slot (Lsl)	2

Tabel 2 merupakan dimensi antena mikrostrip *patch bowtie* yang didapatkan dari proses perhitungan melalui perumusan persamaan (1) hingga (11). Nilai dimensi tersebut digunakan untuk merancang antena pada *software CST Studio Suite 2020*.

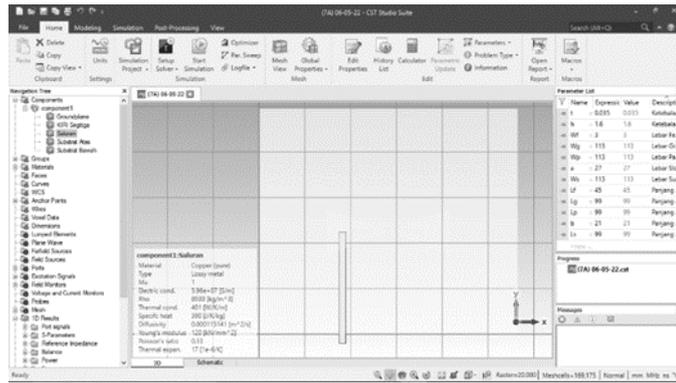
## 2.2. Simulasi Antena

Pada teknik pencatuan *proximity coupled* menggunakan 2 *layer* substrat, layer pertama terdapat *patch bowtie* sebagai elemen peradiasi dan layer kedua terdapat *feedline* dan *groundplane*. Berikut merupakan hasil simulasi antena mikrostrip menggunakan *software CST Studio Suite 2020* :



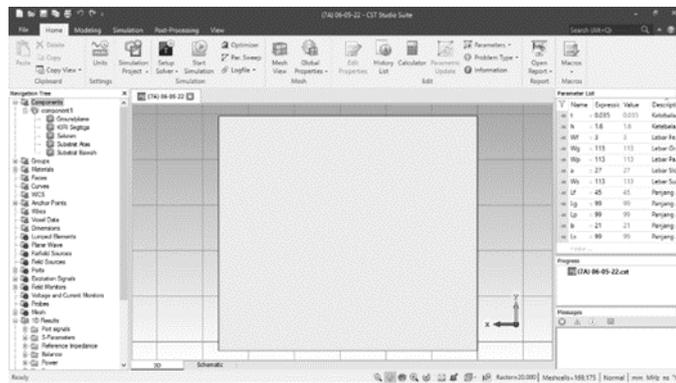
Gambar 3 *Patch Bowtie*

Gambar 3 merupakan *patch bowtie* dengan pemberian *slot* pada *patch*, pemberian *slot* pada elemen peradiasi dapat berpengaruh pada frekuensi kerja dari sebuah antena mikrostrip.



Gambar 4 Feedline

Gambar 4 merupakan *feedline* yang terletak di *layer* ke 2. *Matching* impedansi dilakukan pada *feedline* agar dapat mendekati 50 Ohm, pada gambar 4 *feedline* tidak tepat terletak ditengan *layer* substrat. Terdapat penggeseran posisi *feedline* yang dapat berpengaruh pada nilai impedansi dari sebuah antena mikrostrip.

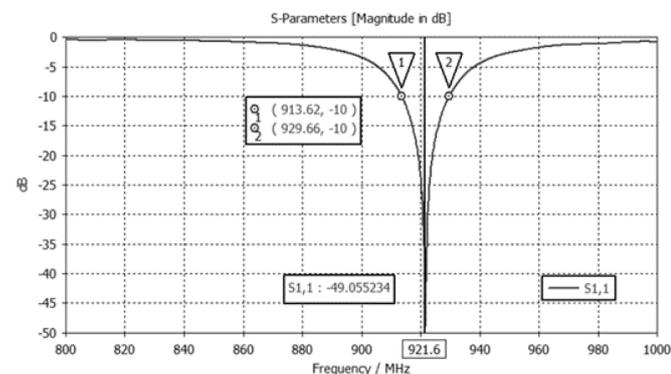


Gambar 5 Groundplane

*Groundplane* dari antena mikrostrip berfungsi sebagai *reflector* untuk memantulkan sinyal yang tidak diinginkan. Pada gambar 5 *groundplane* terletak di *layer* 2 atau disisi belakang dari antena mikrostrip, *groundplane* menggunakan bahan berjenis tembaga dengan ketebalan 0,035 mm.

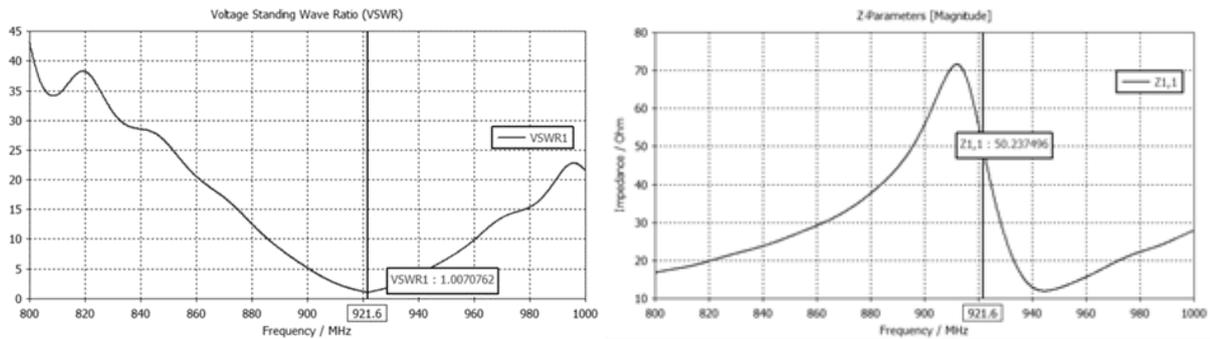
### 3. Analisa dan Pembahasan

#### 3.1. Analisa Hasil Simulasi



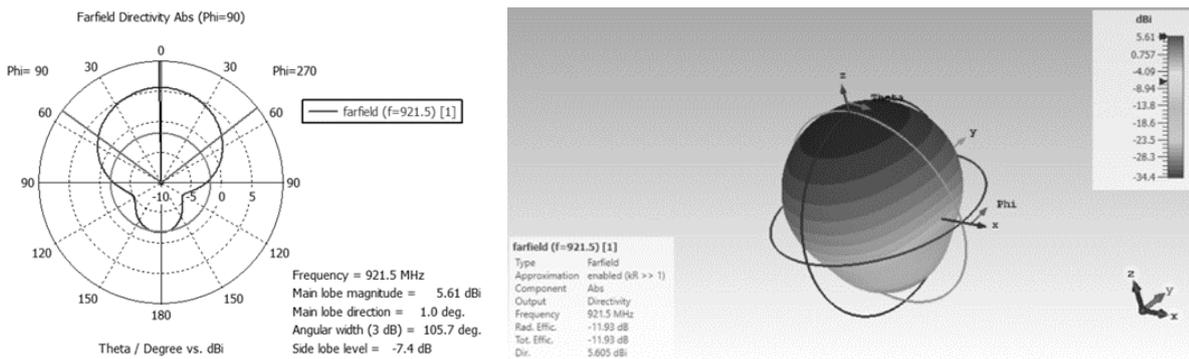
Gambar 6 Frekuensi resonansi, *return loss* dan *bandwidth*

Pada gambar 6 merupakan hasil dari simulasi antenna mikrostrip *patch bowtie*. Didapatkan nilai frekuensi kerja 921,6 MHz, nilai *bandwidth* 16,04 MHz dan nilai *return loss* sebesar -49,055234 dB yang terletak pada resonansi terendah.



Gambar 7 VSWR dan impedansi

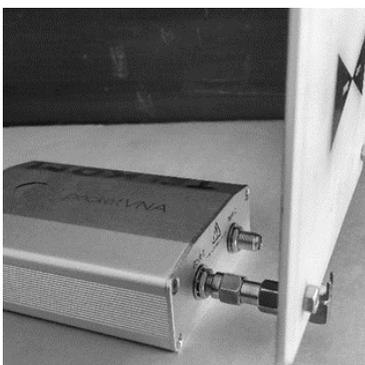
Pada gambar 7 didapatkan nilai  $VSWR \leq 2$  yaitu 1,0070762, koefisien pantul sangat menentukan besarnya nilai VSWR dari sebuah antenna mikrostrip. Impedansi masukan didapatkan 50,237 Ohm yang mendekati 50 Ohm, dapat disimpulkan antenna mikrostrip mendekati nilai *matching*. Dengan nilai hasil simulasi tersebut, dapat dilakukan proses fabrikasi/pembuatan antenna mikrostrip berdasarkan nilai dimensi antenna untuk dilakukan pengukuran dan pengujian.



Gambar 8 Pola Radiasi

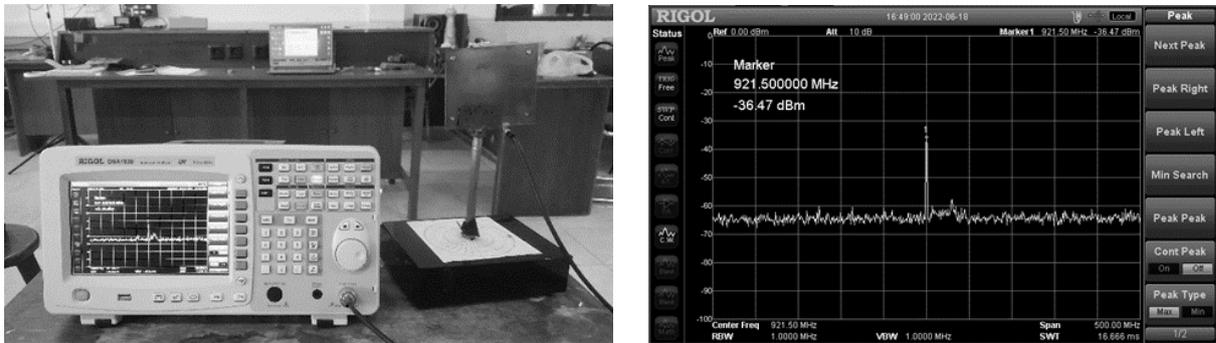
Pada gambar 8 dapat terlihat *main lobe magnitude* pada pola radiasi didapatkan 5,61 dBi, pola radiasi yang dihasilkan berjenis *directional*.

### 3.2. Analisa Hasil Pengukuran



Gambar 9 Pengukuran menggunakan *pocket VNA (Vector Network Analyzer)*

Gambar 9 menunjukkan pengukuran pada VNA menggunakan metode S11, dari hasil pengukuran menggunakan *pocket VNA* didapatkan nilai *Return Loss*  $-62,577211$  dB pada *frekuensi* 921,5 MHz, *VSWR* 1,001 dan nilai impedansi 49,95 Ohm.



Gambar 10 Pengukuran menggunakan *Spectrum Analyzer*

Pada pengukuran menggunakan *spectrum analyzer* didapatkan nilai parameter antenna mikrostrip yaitu *gain* dan pola radiasi. Dengan *spectrum analyzer* dapat diketahui daya terima dari antenna mikrostrip. Pengukuran dilakukan dengan memanfaatkan modul LoRa yang dipancarkan dengan jarak 2 meter dari antenna yang di ukur, daya terima diukur pada sudut  $0^\circ - 360^\circ$ . Didapatkan *gain* sebesar 3,371 dBi untuk antenna mikrostrip *patch bowtie* dan pola radiasi *directional*.

#### 4. Simpulan

Dari hasil simulasi antenna mikrostrip menggunakan *software CST Studio Suite 2020* terdapat pergeseran frekuensi resonansi menjadi 921,6 MHz dengan nilai *VSWR*  $\leq 2$  dan *return loss* di bawah -10 dB dimana 90% sinyal dapat diserap dan 10% nya terpantulkan kembali, nilai tersebut sudah memenuhi kriteria baik untuk dilakukan proses fabrikasi antenna. Setelah melakukan fabrikasi dan pengukuran antenna mikrostrip menggunakan VNA (*Vector Network Analyzer*) dan *Spectrum Analyzer* didapatkan peningkatan pada nilai parameter kerja antenna mikrostrip, untuk nilai impedansi didapatkan 49,95 Ohm yang mendekati nilai *matching* dari sebuah antenna. Didapatkan nilai *VSWR*  $\leq 2$  yaitu 1,001, koefisien pantul dan impedansi masukan sangat menentukan besarnya *VSWR* dari sebuah antenna.

#### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Orang Tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat dan doa dalam setiap langkah perjuangan penulis. Terimakasih juga kepada Bapak Sotyohadi, ST., MT dan Bapak Michael Ardita, ST., MT selaku Dosen pembimbing saya yang telah memberikan bimbingan dan saran dari penyusunan makalah ini. Terimakasih kembali kepada teman-teman tercinta asisten Laboratorium Jaringan Telekomunikasi yang sudah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

#### Daftar Pustaka

- [1]. Balanis, C.A. (2005). *Antenna Theory: Analysis and Design*, 4rd ed. John Wiley & Sons, INC.
- [2]. Keerthi, V.H.R., Habibullah, K., Srinivasulu, P. (2013). *Design of CBand Microstrip Patch Antenna for Radar Applications Using IE3D*. IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE), Volume 5, Issue 3.
- [3]. Irawan, B. (2017). Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Patch Biquad* Untuk WLAN 2,4 GHz Dengan Menggunakan Pencatuan *Proximity Coupled*. Malang : ITN Malang.
- [4]. Stutzman, W.L., Thiele A.G. (1998). *Antenna Theory and Design* 3rd ed., New York.
- [5]. Affandi, R. (2017). Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Patch Segitiga 2 Elemen* Untuk WLAN 2,4 GHz Dengan Menggunakan Pencatuan *Proximity Coupled*. Malang : ITN Malang.
- [6]. Anzani, D.S. (2021). Perancangan Dan Realisasi Antena *Bowtie Antipodal* 1,6 GHz Untuk *Ground Penetrating Radar* (GPR). Bandung : Universitas Telkom.
- [7]. Debora, S. (2017). Analisis Perbandingan Antena Mikrostrip Pencatu *Feedline* Dan *Proximity Coupled* Pada Frekuensi 2,4-2,5. Purwokerto : Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

- [8]. Wibowo, R. (2017). Perancangan Dan Pembuatan Antena *Array* Dengan *Beamwidth*  $\leq 5^\circ$  Pada Frekuensi S-Band Dengan Menggunakan Elemen *Microstrip Bowtie*. Surabaya : ITS Surabaya.
- [9]. Sotyohadi, S. (2015). *Design and Fabrication of “Ha (a)” Shape-Slot Microstrip Antenna for WLAN 2,4 GHz. Proceedings of Second International Conference on Electrical Systems, Technology and Information 2015 (ICESTI 2015)*, Bali: 9–12 September 2015. Hal. 383-391.
- [10]. Kumalasari, W. (2016). Perancangan dan Pembuatan Antena Mikrostrip *Rectangular* Empat Elemen Dengan Konfigurasi *Linier Array* Pada Aplikasi WLAN Dengan Frekuensi Kerja 2,4 GHz. Malang : ITN Malang.