

# Antena Mikrostrip Dipol *Multi-Patch Dual-Frequency* Untuk Komunikasi Nirkabel Pita Lebar

## Microstrip Dipole Antenna *Multi-Patch Dual-Frequency* for Wireless Communication Broadband

M. Reza Hidayat<sup>1\*</sup>, M. Izzan Al-Parissi<sup>2</sup>, Salita Ultia Prini<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Jenderal Achmad Yani Jurusan Tekni Elektro

Jl. Terusan Jend. Sudirman, Cibeber, Kec. Cimahi Sel., Kota Cimahi, Jawa Barat 40531, (022) 6656190

<sup>3</sup>Pusat Penelitian Telekomunikasi, Badan Riset dan Inovasi Nasional

mreza@lecture.unjani.ac.id<sup>1\*</sup>, izzanmuhammad15@gmail.com<sup>2</sup>, salita.ulitia.prini@brin.go.id<sup>3</sup>

**Abstrak** – Pengembangan antena sangat diperlukan terutama untuk komunikasi nirkabel pita lebar. Antena dual-frequency merupakan antena alternatif yang dapat digunakan dimana dual-frequency diperlukan untuk komunikasi nirkabel pita lebar. Dua frekuensi kerja terpisah dengan jarak yang cukup jauh, sebuah struktur patch dual-frequency dapat dirancang untuk menghindari penggunaan antena yang terpisah. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah antena mikrostrip dipol multi-patch dual-frequency yang memiliki dua frekuensi kerja 2,4 GHz dan 5,8 GHz untuk komunikasi nirkabel pita lebar. Perancangan menggunakan teknik multi-patch dual-frequency antennas yang merupakan salah satu metode untuk mendapatkan antena yang dapat bekerja pada dua frekuensi kerja. Tahap pertama yaitu optimasi desain awal antena mikrostrip dipol multi-patch dual-frequency dan tahap kedua yaitu optimasi antena mikrostrip dipol multi-patch dual-frequency dengan co-planar. Hasil perancangan desain awal antena mikrostrip dipol dua lengan multi-patch dual-frequency didapatkan hasil simulasi frekuensi 1 resonansi pada 2,47 GHz dengan nilai return loss sebesar -10,39 dB dan VSWR bernilai 1,8. Hasil simulasi frekuensi 2 resonansi pada 5,8 GHz dengan nilai return loss sebesar -9,6386 dB dan VSWR sebesar 1,9. Hasil perancangan antena mikrostrip dipol dua lengan multipatch dual frequency dengan co-planar didapatkan hasil frekuensi 1 resonansi pada 2,404 GHz dengan nilai return loss sebesar -16,604717 dB dan VSWR sebesar 1,3. Hasil frekuensi 2 resonansi pada 5,872 GHz dengan nilai return loss sebesar -15,388 dB dan VSWR sebesar 1,4. Hasil pengukuran fabrikasi antena pada frekuensi 1 resonansi pada 1,9450 GHz mengalami pergeseran frekuensi dengan return loss sebesar -25,59 dB dan VSWR sebesar 1,52. Hasil frekuensi 2 resonansi pada 4,29 GHz mengalami pergeseran frekuensi dengan nilai return loss sebesar -12,34 dB dan VSWR sebesar 1,57. Dari hasil penelitian ini dapat dinyatakan bahwa antena yang telah dirancang memiliki bandwidth standar untuk wireless broadband serta performansi dan parameter mencukupi untuk bekerja pada komunikasi nirkabel pita lebar.

**Kata Kunci:** Antena, Antena mikrostrip dipol, Multi-patch Dual-frequency antenna, Komunikasi nirkabel pita lebar.

**Abstract** – Antenna development is needed especially for broadband wireless communication. The dual-frequency antenna is an alternative antenna that can be used where dual-frequency is required for broadband wireless communications. When the two operating frequencies are separated by a considerable distance, a dual-frequency patch structure can be designed to avoid the use of separate antennas. In this research, a dual-frequency multi-patch dipole microstrip antenna with two working frequencies of 2.4 GHz and 5.8 GHz will be designed for broadband wireless communication. The design uses a multi-patch dual-frequency antenna technique which is one method to get an antenna that can work on two working frequencies. The first stage is an optimization of the initial design of the dual-frequency dual-arm multi-

TELKA, Vol.10, No.1, Maret 2024, pp. 59~75

ISSN (e): 2540-9123

ISSN (p): 2502-1982

*patch dipole microstrip antenna and optimization of the co-planar dual-arm multi-patch dipole microstrip antenna. The results of the initial design of the two-arm multi-patch dual-frequency dipole microstrip antenna obtained the simulation results of 1 resonance frequency at 2.47 GHz with a return loss value of -10.39 dB and a VSWR of 1.8. The simulation results in 2 resonance frequencies at 5.8 GHz with a return loss value of -9.6386 dB and a VSWR of 1.9. The results of the design of a two-arm multipatch dual frequency dipole microstrip antenna with co-planar obtained a resonance frequency of 1 at 2.404 GHz with a return loss value of -16.604717 dB and a VSWR of 1.3. The results of the 2 resonant frequencies are at 5.872 GHz with a return loss value of -15.388 dB and a VSWR of 1.4. The measurement results of antenna fabrication at 1 resonant frequency at 1.9450 GHz experience a frequency shift with a return loss of -25.59 dB and a VSWR of 1.52. The results of the 2 resonant frequencies at 4.29 GHz experienced a frequency shift with a return loss value of -12.34 dB and a VSWR of 1.57. From the results of this study, it can be stated that the antenna that has been designed has a standard bandwidth for wireless broadband as well as sufficient performance and parameters to work for broadband wireless communication.*

**Keywords:** Antenna, Microstrip dipole antenna, Multi-patch dual-frequency antenna, Broadband wireless communication.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan telekomunikasi saat ini sangat pesat seiring dengan peningkatan kebutuhan layanan yang cepat dan efisien. Aplikasi *broadband wireless* merupakan teknologi akses internet berkecepatan tinggi dan dapat menyediakan layanan kapan dan di manapun dengan menggunakan media nirkabel [1]. Komunikasi nirkabel tidak terlepas dari adanya perangkat antenna. Saat ini antenna mikrostrip banyak dikembangkan untuk aplikasi *wireless broadband*. Antena mikrostrip merupakan jenis antenna yang banyak digunakan dalam teknologi komunikasi *wireless*, khususnya pada perangkat *mobile*. Hal ini dikarenakan antenna mikrostrip memiliki beberapa keunggulan bentuk fisik yang relatif kecil, ringan serta mudah dalam perancangan dan pabrikasinya [2].

Salah satu antenna yang digunakan yaitu antenna mikrostrip. Seiring perkembangannya bentuk dari *patch* antenna mikrostrip beragam salah satunya antenna dipol mikrostrip. Mikrostrip dipol memiliki bentuk yang mirip dengan mikrostrip *patch*, tetapi rasio panjang dan lebar yang sedikit berbeda. Mikrostrip dipol memiliki beberapa keunggulan dibandingkan mikrostrip *patch* yaitu berukuran lebih kecil dan memiliki *bandwidth* lebih banyak [3]. Beberapa penelitian terkait antenna mikrostrip dipol yaitu penelitian pertama mengenai metode *multi-patch* yang digunakan untuk mendapatkan antenna yang memiliki dua frekuensi kerja. Dari hasil penelitian diperoleh nilai VSWR 1,41 untuk frekuensi 2,35 GHz dan 1,24 untuk frekuensi 3,35 GHz [4]. Penelitian kedua yaitu antenna *multi-patch co-planar dipole* yang merupakan perkembangan antenna dengan teknik *multi-patch dual-frequency* dan menggunakan pencatuan *aperture coupled*. Dari hasil penelitian diperoleh nilai VSWR 1,52 untuk frekuensi 3,35 GHz dan 1,755 untuk frekuensi 5,85 GHz [5].

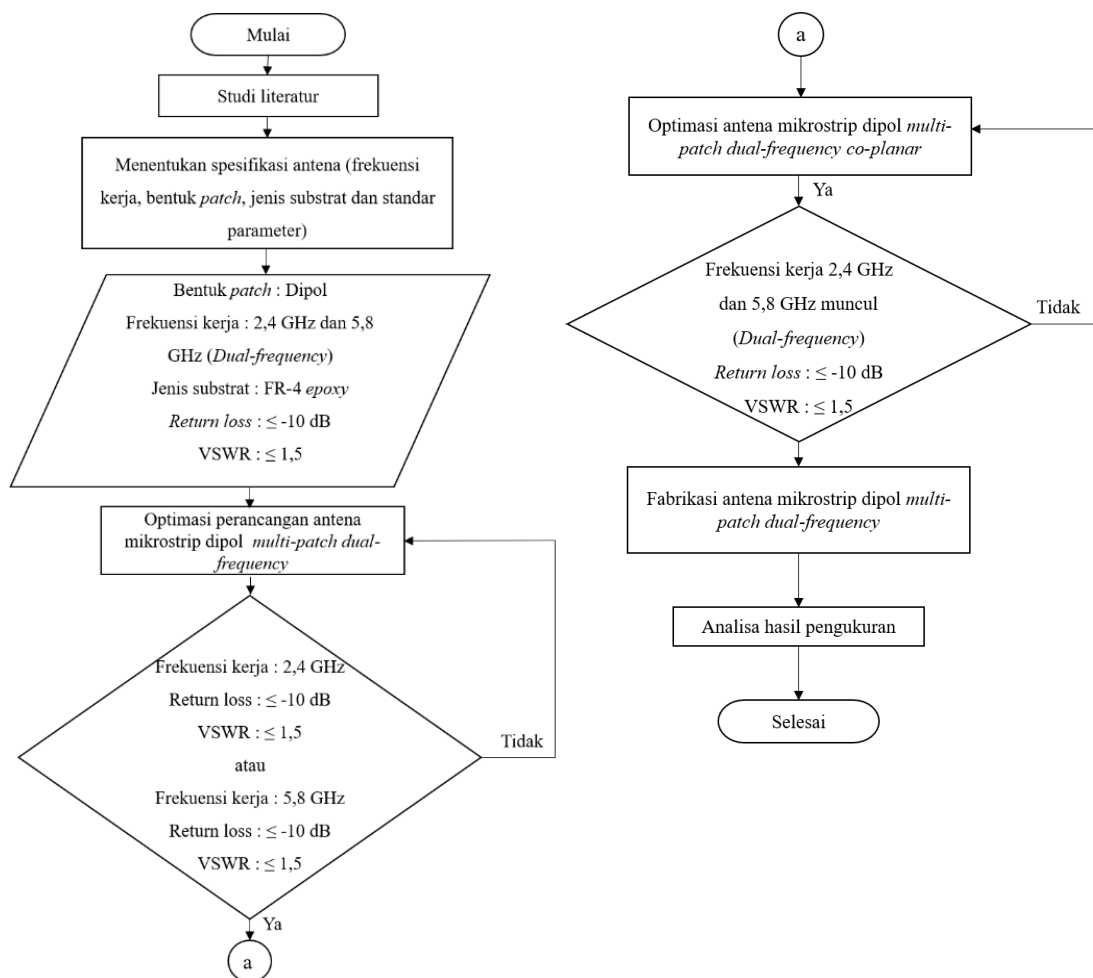
Penelitian ketiga mengenai mikrostrip dipol 4 elemen dengan penyusunan elemen planar 2x2 pada penelitian ini dihasilkan VSWR sebesar 1,267 dan *return loss* -18,57 dB. untuk frekuensi 2,4 GHz [6]. Penelitian keempat mengenai pemberian slot u pada antenna mikrostrip agar memiliki dua frekuensi kerja 2,4 GHz dan 3,6 GHz diperoleh nilai VSWR 1,6 pada frekuensi 2,4 GHz lalu pada frekuensi 3,6 GHz VSWR sebesar 1,4 [7]. Penelitian kelima mengenai penambahan length shifter sebagai penggeser frekuensi pada antenna mikrostrip dipol didapatkan frekuensi kerja 2 GHz sampai 3,3 GHz dengan VSWR  $\leq 2$  [8]. Penelitian keenam mengenai antenna mikrostrip *annular ring* untuk dua frekuensi kerja 1,9 GHz dan 2,1 GHz hasil penelitian antenna memiliki frekuensi kerja yang saling berdekatan dengan nilai *return loss* sebesar -24,40 dB [9]. Oleh karena itu pada penelitian ini dirancang sebuah antenna mikrostrip dipol yang memiliki dua frekuensi kerja yaitu 2,4 GHz dan 5,8 GHz untuk komunikasi nirkabel pita lebar kemudian direalisasikan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Diagram Alir

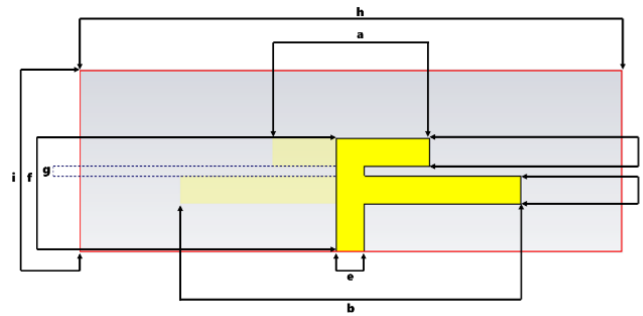
Tahapan perancangan dibuat dalam bentuk diagram alir yang ditunjukkan melalui Gambar 1 dengan tujuan untuk menyelesaikan perancangan antenna mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* agar dapat difabrikasi dan dilakukan pengukuran. Pada proses tersebut hal pertama

yang dilakukan yaitu melakukan studi literatur untuk mempelajari terkait antenna mikrostrip dipol, setelah itu dilakukan penentuan spesifikasi antenna mikrostrip dipol yang akan dirancang dengan menentukan frekuensi kerja antenna, bentuk *patch* yang akan dirancang, jenis substrat yang digunakan dan standar parameter yang diinginkan. Perancangan antenna dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* dan optimasi dilakukan dengan mengubah struktur dari *patch* antenna mikrostrip dipol. Adapun optimasi antenna mikrostrip dipol dilakukan dengan mengubah ukuran panjang setengah total lengan dipol pertama ( $ld_1$ ), ukuran panjang setengah total lengan dipol kedua ( $ld_2$ ) dan jarak antar lengan dipol ( $r$ ) dari tahapan optimasi tersebut diamati pengaruhnya terhadap parameter antenna mikrostrip dipol yaitu parameter *Return loss* dan *VSWR*. Setelah optimasi selesai dilakukan tahap selanjutnya yaitu melakukan perancangan antenna mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* dengan *co-planar* hal ini dilakukan untuk mendapatkan antenna yang memiliki dua frekuensi kerja. Setelah perancangan sesuai dengan parameter yang diinginkan maka proses fabrikasi dilakukan lalu perbandingan pengukuran dilakukan dengan menggunakan VNA. Perbandingan dilakukan terhadap parameter *return loss* dan *VSWR* terhadap hasil simulasi.



Gambar 1. Diagram alir perancangan antenna.

## 2.2. Desain Awal Antena Mikrostrip Dipol *Multi-Patch Dual-Frequency*



Gambar 2. Desain awal antenna.

Tabel 1. Parameter dimensi antenna desain awal.

| Parameter                          | simbol | Nilai (mm) |
|------------------------------------|--------|------------|
| Panjang total lengan dipol pertama | a      | 14,31      |
| Panjang total lengan dipol kedua   | b      | 17,29      |
| Lebar lengan dipol pertama         | c      | 3,113      |
| Lebar lengan dipol kedua           | d      | 3,113      |
| Lebar <i>feed line</i>             | e      | 3,1        |
| Panjang <i>feed line</i>           | f      | 12,5       |
| Jarak antar lengan dipol           | g      | 1          |
| Panjang substrat                   | h      | 60         |
| Lebar substrat                     | I      | 20         |

Pada Gambar 2. merupakan rancangan awal antenna mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* dimana panjang lengan dipol pertama ( $l_{d1}$ ) dirancang untuk menghasilkan frekuensi kerja 5,8 GHz dan panjang lengan dipol kedua ( $l_{d2}$ ) untuk menghasilkan frekuensi kerja 2,4 GHz. Teknik perancangan yang digunakan menggunakan teknik *multi-patch dual-frequency antennas*, teknik ini dilakukan agar masing-masing elemen memiliki frekuensi resonansi yang berbeda. Penyusunan dilakukan terhadap kedua lengan dipol yang dipisahkan jarak tertentu dan dilakukan pada *Printed Circuit Board (PCB) double layer* dimana setengah dari panjang total lengan dipol berada di lapisan atas, dan setengahnya lagi berada di lapisan bawah dengan posisi pencatuan sejajar. Parameter dimensi antenna dapat dilihat pada Tabel 1.

### 2.3. Perhitungan dimensi antenna

Untuk menghitung panjang total lengan dipol terlebih dahulu menghitung konstanta dielektrik efektif ( $\epsilon_{eff}$ ) menggunakan persamaan (1) [10].

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{d}{W}}} \right) \quad (1)$$

Selanjutnya, setelah didapatkan nilai konstanta dielektrik efektif ( $\epsilon_{eff}$ ) sebesar 3,266, dilakukan perhitungan panjang lengan dipol menggunakan persamaan (2) [10].

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

Perhitungan selanjutnya adalah mencari lebar *feed line* dalam perancangan impedansi yang diinginkan yaitu 50 dengan menggunakan persamaan (3) dan (4) [10].

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (3)$$

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (4)$$

## 2.4. Penentuan spesifikasi antena

Setiap melakukan perancangan antena hal yang harus diperhatikan yaitu spesifikasi antena. Spesifikasi parameter ini digunakan untuk menjadi acuan ketika melakukan perancangan dengan *software*. Spesifikasi antena dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi antena mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency*.

| Spesifikasi        | Nilai               |
|--------------------|---------------------|
| Frekuensi kerja    | 2,4 GHz dan 5,8 GHz |
| <i>Return loss</i> | $\leq -10$ dB       |
| VSWR               | $\leq 1,5$          |

## 2.5. Karakteristik Bahan Substrat

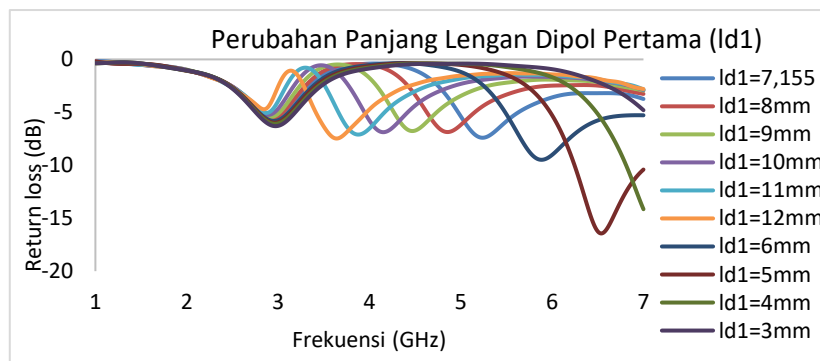
Substrat terbuat dari bahan dielektrik alami yang memiliki nilai permitivitas ( $\epsilon$ ) tertentu. Pada perancangan ini substrat yang digunakan dari material FR-4 *epoxy* dengan nilai permitivitas relative ( $\epsilon_r$ ) 4,3, dengan ketebalan 1,6 mm. *Patch* menggunakan bahan yang bersifat konduktur maka pada bagian atas dan bawah substrat menggunakan tembaga (*cooper*) dengan ketebalan 0.035 mm.

## 2.6. Skenario Optimasi Antena

Desain antena yang diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan Persamaan (1) s.d. (4) kemudian disimulasikan dalam mencari nilai *return loss* dan *vswr* dari antena. Setelah desain awal antena disimulasikan hasil dari nilai *return* dan VSWR belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan maka dari itu diperlukan tahap optimasi. Proses optimasi dilakukan melalui beberapa tahap, tahap pertama yaitu optimasi desain awal antena *mikrostrip dipol multi-patch dual-frequency* parameter desain antena yang di optimasi yaitu panjang lengan dipol pertama, panjang lengan dipol kedua, dan jarak antar lengan dipol. Selanjutnya tahap kedua optimasi desain antena *mikrostrip dipol multi-patch dual-frequency* dengan *co-planar* parameter desain antena yang di optimasi yaitu lebar *co-planar*, lebar feed line, panjang substrat, lebar dipol, lebar lengan dipol pertama, panjang lengan dipol pertama, dan panjang lengan dipol kedua.

## 3. Hasil dan Pembahasan

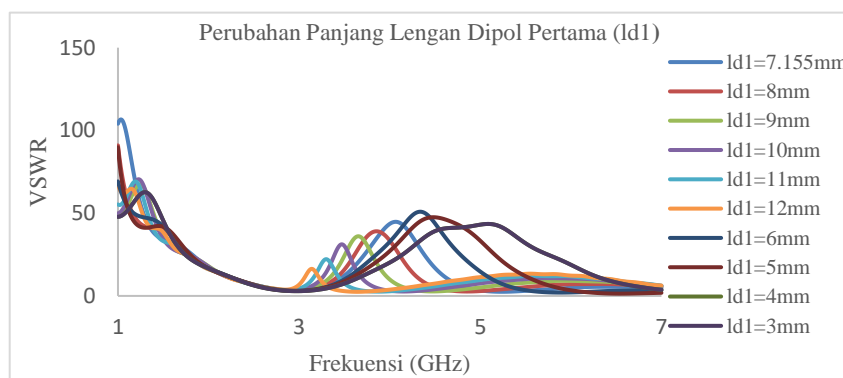
### 3.1. Hasil Perubahan Panjang Lengan Dipol Pertama



Gambar 3. Grafik perubahan panjang lengan dipol pertama terhadap *return loss*.

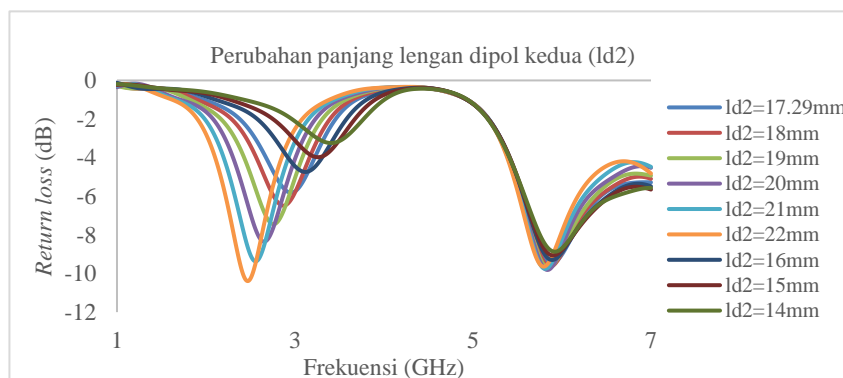
Terlihat pada Gambar 3. merupakan grafik perubahan ukuran panjang lengan dipol pertama terhadap *return loss*. Ketika ukuran panjang ditambah frekuensi 1 pada 2,95 GHz bergeser menjadi 2,8425 GHz adapun nilai *return loss* semakin meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,2541 GHz bergeser menjadi 3,652 GHz adapun nilai *return loss* menurun mendekati  $\leq -10$  dB. Ketika ukuran panjang dikurangi frekuensi 1 pada 2,95 GHz bergeser menjadi 2,962 GHz adapun nilai *return loss* menurun mendekati  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,2541 GHz bergeser menjadi 6,9973 GHz adapun nilai *return loss* menurun mendekati  $\leq -10$  dB.

Berdasarkan Gambar 4. dapat ditunjukkan grafik perubahan ukuran panjang lengan dipol pertama terhadap VSWR. Ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$  dan pada frekuensi 2 nilai VSWR semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$ . Ketika ukuran panjang dikurangi pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$  pada frekuensi 2 mengalami pergeseran semakin tinggi dengan nilai VSWR semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$ .



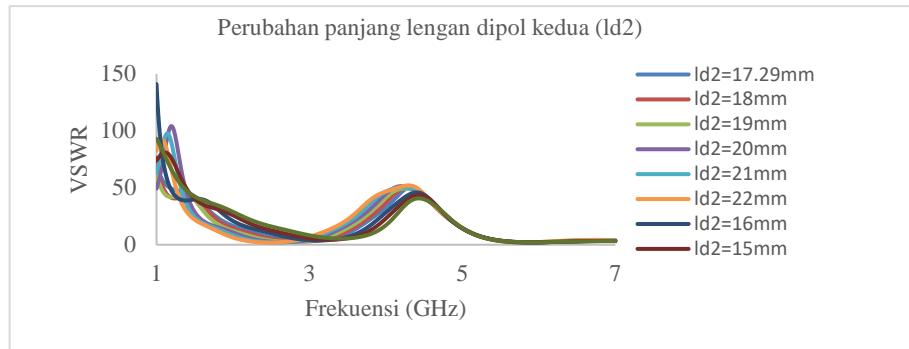
Gambar 4. Grafik perubahan panjang lengan dipol pertama terhadap vswr.

### 3.2. Hasil Perubahan Panjang Lengan Dipol Kedua



Gambar 5. Grafik perubahan panjang lengan dipol kedua terhadap *return loss*.

Gambar 5. menunjukkan grafik perubahan ukuran panjang lengan dipol kedua terhadap *return loss*. Ketika ukuran panjang ditambah frekuensi 1 pada 2,956 GHz bergeser menjadi 2,47 GHz adapun nilai *return loss* menurun mendekati  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,89 GHz bergeser menjadi 5,8 GHz. Adapun nilai *return loss* menurun mendekati  $\leq -10$  dB, ketika ukuran panjang dikurangi frekuensi 1 pada 2,956 GHz bergeser menjadi 3,4314 GHz adapun *return loss* semakin meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,89 GHz bergeser menjadi 5,914 GHz adapun *return loss* semakin meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB.

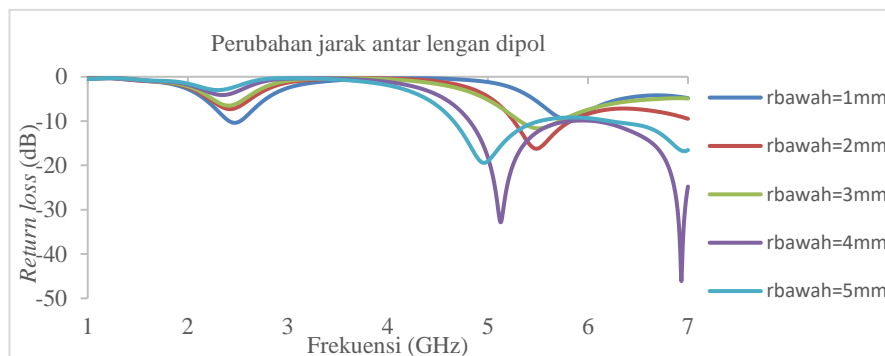


Gambar 6. Grafik perubahan panjang lengan dipol kedua terhadap vswr.

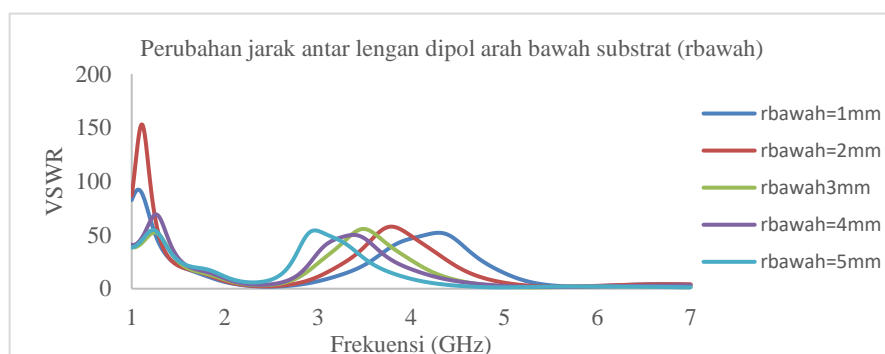
Pada Gambar 6. merupakan grafik perubahan ukuran panjang lengan dipol kedua terhadap VSWR. Ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$  dan pada frekuensi 2 nilai VSWR rendah mendekati  $\leq 1,5$ . Ketika ukuran panjang dikurangi pada frekuensi 1 nilai VSWR akan semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$  pada frekuensi 2 nilai VSWR akan semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$ .

### 3.3. Hasil Perubahan Jarak Antar Lengan Dipol

Gambar 7. merupakan grafik perubahan jarak antar lengan dipol terhadap *return loss*. Ketika ukuran jarak ditambah frekuensi 1 pada 2,47 GHz bergeser menjadi 2,3508 GHz adapun untuk nilai *return loss* semakin meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,8 GHz bergeser menjadi 5.5888 GHz adapun untuk nilai *return loss* menurun mendekati  $\leq -10$  dB.



Gambar 7. Grafik perubahan jarak antar lengan dipol terhadap *return loss*.

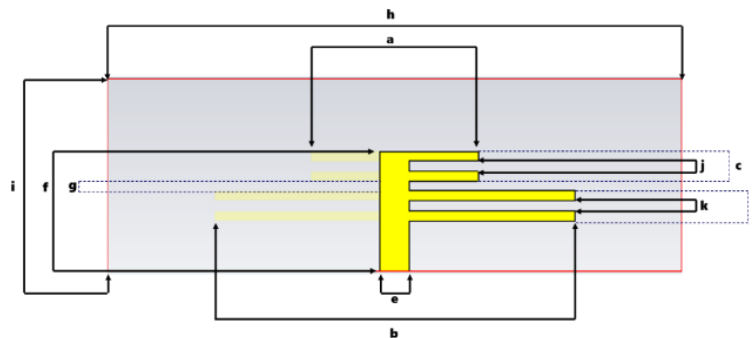


Gambar 8. Grafik perubahan jarak antar lengan dipol terhadap vswr.

Berdasarkan Gambar 8. terlihat perubahan jarak antar lengan dipol terhadap VSWR, ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai VSWR akan semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$  dan pada frekuensi 2 nilai VSWR rendah mendekati  $\leq 1,5$ .

### 3.4. Hasil Desain Antena Mikrostrip Dipol *Multi-Patch Dual-Frequency* Dengan *Co-Planar*

Pada Gambar 9. ditunjukkan perancangan antenna mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* dengan ditambahkan *co-planar* pada perancangan. *Co-planar* ditambahkan pada bagian lengan dipol keduanya. Teknik perancangan yang digunakan sama dengan desain awal antenna sebelumnya. Ukuran dimensi didapatkan dari hasil yang terbaik saat optimasi pada desain awal antenna mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency*. Parameter dimensi antenna dapat dilihat pada tabel 3. Pada frekuensi 1 frekuensi resonansi pada 2,458 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -10,851 dB serta VSWR 1,8. Pada frekuensi 2 bernilai 5,8007 GHz tetapi hasil *plotting* menunjukkan frekuensi tidak berada pada posisi resonansi dengan nilai *return loss* sebesar -11,506 dB serta VSWR 1,7.



Gambar 9. Desain antenna dengan *co-planar*.

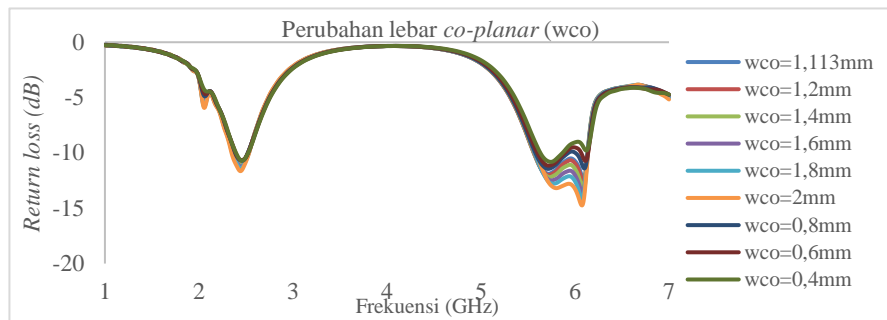
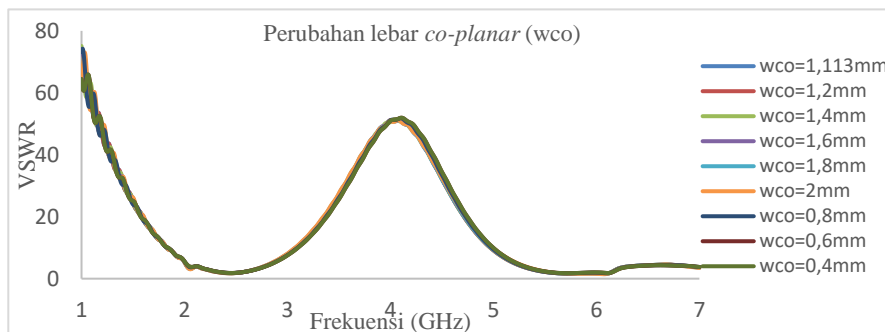
Tabel 3. Parameter dimensi antenna dengan *co-planar*.

| Parameter                             | simbol | Nilai (mm) |
|---------------------------------------|--------|------------|
| Panjang lengan dipol pertama          | a      | 6          |
| Panjang lengan dipol kedua            | b      | 22         |
| Lebar lengan dipol pertama            | c      | 3,113      |
| Lebar lengan dipol kedua              | d      | 3,113      |
| Lebar <i>feed line</i>                | e      | 3,1        |
| Panjang <i>feed line</i>              | f      | 12,5       |
| Jarak antar lengan dipol              | g      | 1          |
| Panjang substrat                      | h      | 60         |
| Lebar substrat                        | i      | 20         |
| Lebar <i>co-planar</i> lengan dipol 1 | j      | 1,113      |
| Lebar <i>co-planar</i> lengan dipol 2 | k      | 1,113      |

### 3.5. Hasil Perubahan Lebar *Co-Planar*

Pada Gambar 10. merupakan grafik perubahan lebar *co-planar* terhadap *return loss*. Ketika ukuran lebar ditambah frekuensi 1 pada 2,458 GHz bergeser menjadi 2,44 GHz, adapun nilai *return loss* menurun mendekati  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,7225 GHz bergeser menjadi 5,8 GHz adapun nilai *return loss* tercapai sesuai spesifikasi  $\leq -10$  dB lalu ketika ukuran lebar dikurangi frekuensi 1 2,458 bergeser menjadi 2,464 GHz adapun nilai *return loss* meningkat mendekati  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,7225 GHz bergeser menjadi 5,74 GHz dengan *return loss* meningkat mendekati  $\leq -10$  dB.

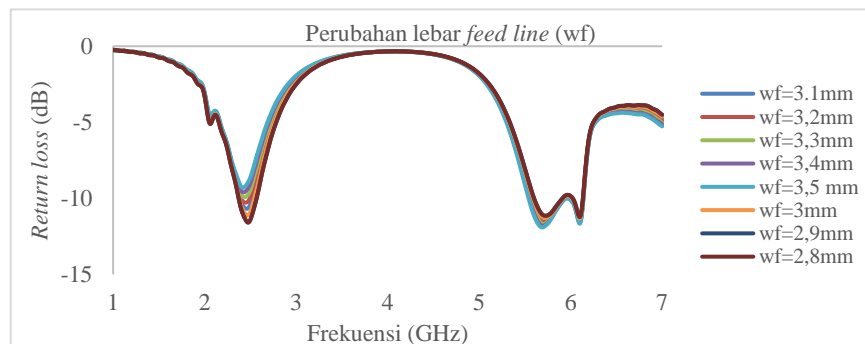


Gambar 10. Grafik perubahan lebar *co-planar* terhadap *return loss*.Gambar 11. Grafik perubahan lebar *co-planar* terhadap *vswr*.

Pada Gambar 11. terlihat grafik perubahan lebar *co-planar* terhadap *VSWR*, ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai *VSWR* semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$  dan pada frekuensi 2 nilai *VSWR* rendah mendekati  $\leq 1,5$ . Ketika ukuran panjang dikurangi pada frekuensi 1 nilai *VSWR* semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$  pada frekuensi 2 nilai *VSWR* semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$ .

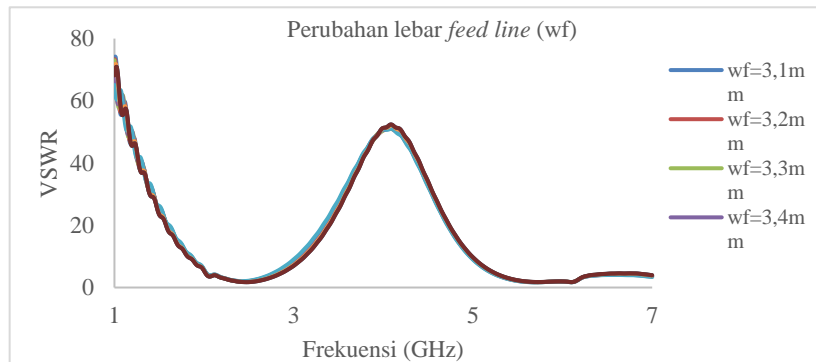
### 3.6. Hasil Perubahan Lebar *Feed Line*

Gambar 12. merupakan grafik perubahan lebar *feed line* terhadap *return loss*. Ketika ukuran lebar ditambah frekuensi 1 pada 2,458 GHz bergeser menjadi 2,422 GHz adapun nilai *return loss* meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,716 GHz bergeser menjadi 5,6908 GHz adapun nilai *return loss* menurun mencapai  $\leq -10$  dB lalu ketika lebar dikurangi frekuensi 1 pada 2,458 GHz bergeser menjadi 2,482 GHz adapun nilai *return loss* semakin menurun mencapai  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,716 GHz bergeser menjadi 5.7358 GHz adapun nilai *return loss* meningkat tetapi mencapai  $\leq -10$  dB.

Gambar 12. Grafik perubahan lebar *feed line* terhadap *return loss*.

Pada Gambar 13. merupakan grafik perubahan lebar *feed line* *VSWR*. Ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai *VSWR* semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$  dan pada frekuensi 2

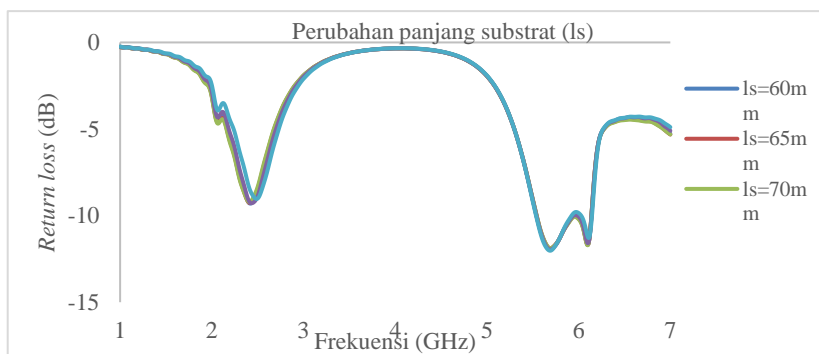
nilai VSWR rendah mendekati  $\leq 1,5$ . Ketika ukuran panjang dikurangi pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$  pada frekuensi 2 nilai VSWR semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$ .



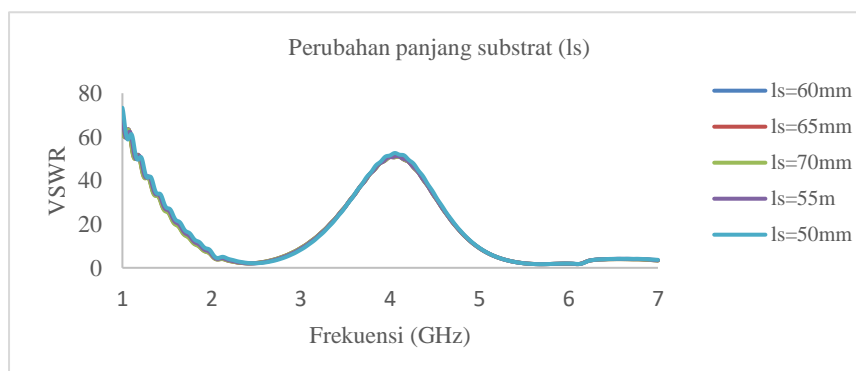
Gambar 13. Grafik perubahan lebar *feed line* terhadap vswr.

### 3.7. Hasil Perubahan Panjang Substrat

Gambar 14. di bawah merupakan grafik perubahan panjang substrat terhadap *return loss*. Ketika ukuran panjang ditambah frekuensi 1 pada 2,422 GHz bergeser menjadi 2,41 GHz adapun nilai *return loss* meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,702 GHz bergeser menjadi 5,692 GHz adapun nilai *return loss* meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB lalu ketika ukuran panjang dikurangi frekuensi 1 pada 2,422 GHz bergeser menjadi 2,488 GHz adapun nilai *return loss* meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,702 GHz bergeser menjadi 5,692 GHz adapun nilai *return loss* menurun mencapai  $\leq -10$  dB.



Gambar 14. Grafik perubahan panjang substrat terhadap *return loss*.



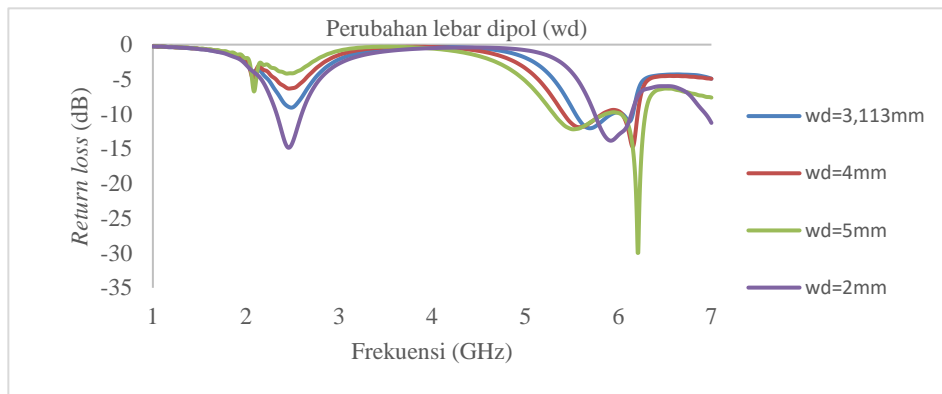
Gambar 15. Grafik perubahan panjang substrat terhadap vswr.

Pada Gambar 15. merupakan grafik perubahan panjang substrat terhadap VSWR. Ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$  dan pada

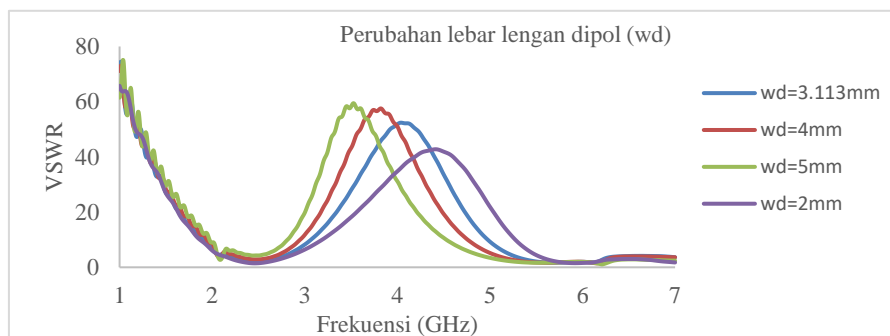
frekuensi 2 nilai VSWR rendah mendekati  $\leq 1,5$ . Ketika ukuran panjang dikurangi pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$  pada frekuensi 2 nilai VSWR semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$ .

### 3.8. Hasil Perubahan Lebar Lengan Dipol

Pada Gambar 16. merupakan grafik perubahan lebar lengan dipol terhadap *return loss*. Ketika ukuran lebar ditambah frekuensi 1 pada 2,488 GHz bergeser menjadi 2.086 GHz adapun nilai *return loss* meningkat menjauhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,692 GHz bergeser menjadi 5.5038 GHz adapun nilai *return loss* menurun mencapai  $\leq -10$  dB lalu ketika ukuran lebar dikurangi frekuensi 1 pada 2,488 GHz bergeser menjadi 2,458 GHz adapun nilai *return loss* semakin menurun memenuhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,692 GHz bergeser menjadi 5,92 GHz adapun nilai *return loss* menurun mencapai  $\leq -10$  dB.



Gambar 16. Grafik perubahan lebar lengan dipol terhadap *return loss*.



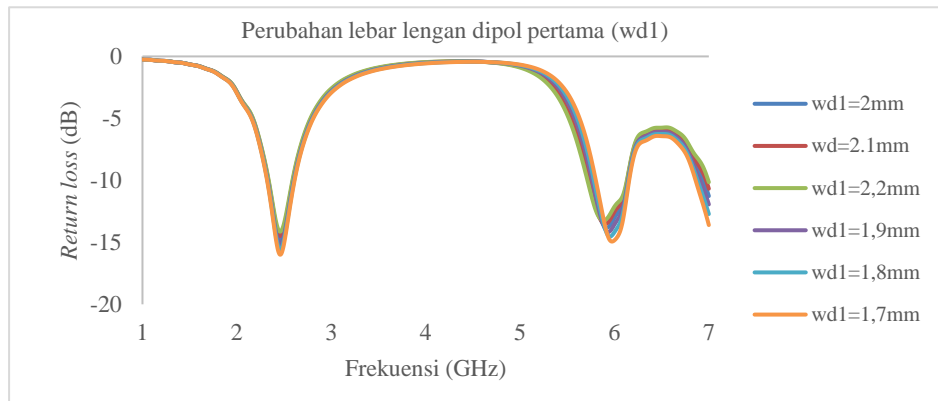
Gambar 17. Grafik perubahan lengan dipol terhadap vswr.

Dapat dilihat pada Gambar 17. merupakan grafik perubahan lebar lengan dipol terhadap VSWR. Ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin tinggi menjauhi  $\leq 1,5$  dan pada frekuensi 2 nilai VSWR rendah mendekati  $\leq 1,5$ . Ketika ukuran panjang dikurangi pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$  pada frekuensi 2 nilai VSWR semakin rendah mendekati  $\leq 1,5$ .

### 3.9. Hasil Perubahan Lebar Lengan Dipol Pertama

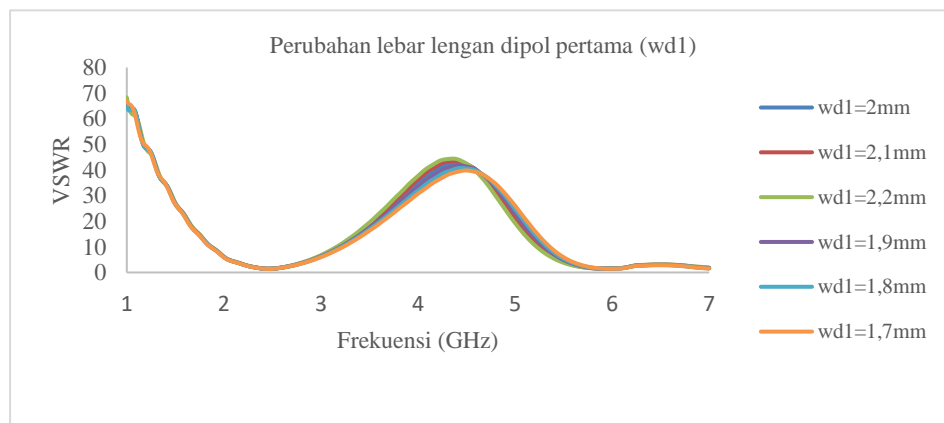
Gambar 18 merupakan grafik perubahan lebar lengan dipol pertama terhadap *return loss*. Ketika ukuran lebar ditambah frekuensi 1 pada 2,458 GHz bergeser menjadi 2,464 GHz adapun nilai *return loss* meningkat tetapi tidak signifikan memenuhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,92 GHz bergeser menjadi 5,884 GHz adapun nilai *return loss* meningkat tetapi tidak signifikan memenuhi  $\leq -10$  dB lalu ketika ukuran lebar dikurangi frekuensi 1 pada 2,458 GHz bergeser

menjadi 2,4667 GHz adapun nilai *return loss* menurun memenuhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,92 GHz bergeser menjadi 5,962 GHz adapun nilai *return loss* menurun memenuhi  $\leq -10$  dB.



Gambar 18. Grafik perubahan lebar lengan dipol pertama terhadap *return loss*.

Berdasarkan Gambar 19. terjadi perubahan lebar lengan dipol pertama terhadap VSWR. Ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai VSWR menjadi tinggi  $\leq 1,5$  tetapi masih sesuai dengan spesifikasi dan pada frekuensi 2 nilai VSWR tinggi  $\leq 1,5$  tetapi masih sesuai dengan spesifikasi. Ketika ukuran panjang dikurangi pada frekuensi 1 nilai VSWR semakin tinggi  $\leq 1,5$  tetapi masih sesuai dengan spesifikasi pada frekuensi 2 nilai VSWR semakin rendah  $\leq 1,5$  tetapi masih sesuai dengan spesifikasi.

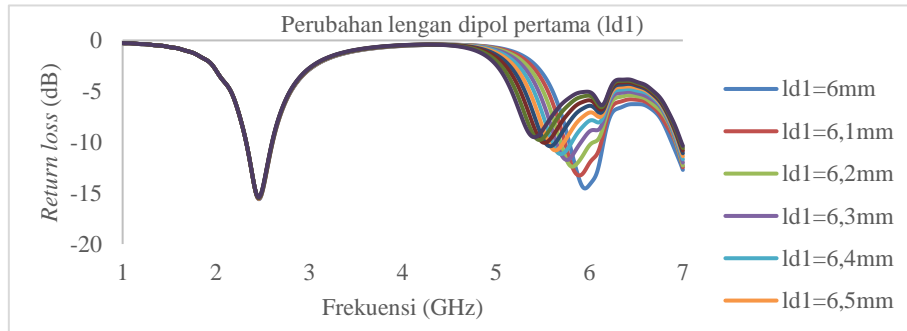
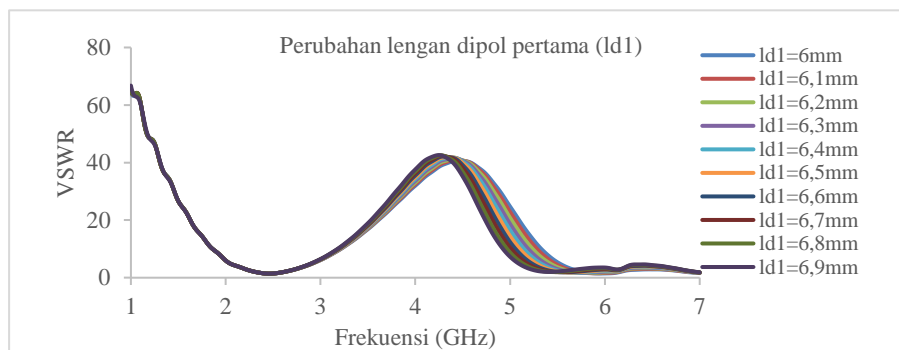


Gambar 19. Grafik perubahan lebar lengan dipol pertama terhadap vswr.

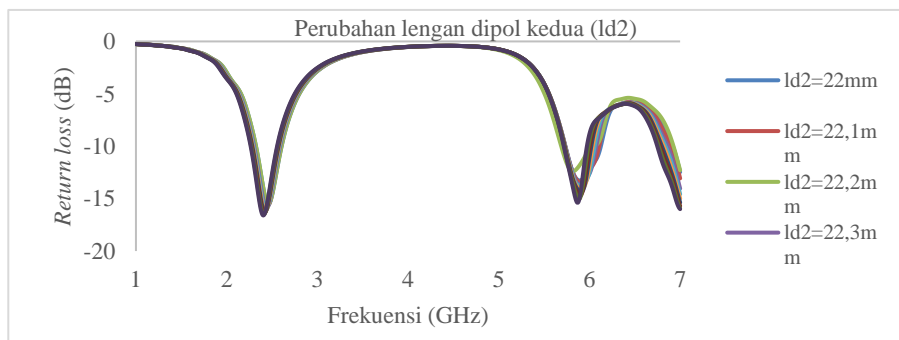
### 3.10. Hasil Perubahan Panjang Lengan Dipol Pertama

Pada Gambar 20. merupakan grafik perubahan panjang lengan dipol pertama terhadap *return loss*. Ketika ukuran panjang ditambah frekuensi 1 pada 2,464 GHz bergeser menjadi 2,458 GHz adapun nilai *return loss* meningkat tetapi masih memenuhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,95 GHz bergeser menjadi 5,4119 GHz adapun nilai *return loss* meningkat mendekati  $\leq -10$  dB.

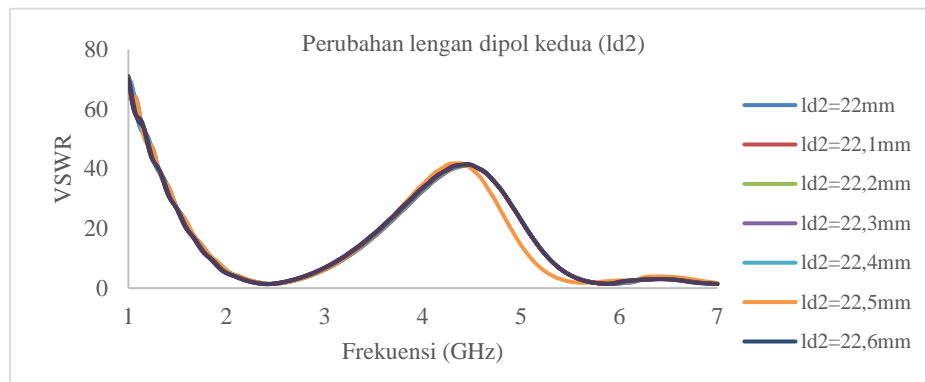
Dapat dilihat pada Gambar 21. di bawah merupakan grafik perubahan panjang lengan dipol pertama terhadap VSWR. Ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai VSWR menjadi rendah  $\leq 1,5$  dan pada frekuensi 2 nilai VSWR tinggi menjauhi  $\leq 1,5$ .

Gambar 20. Grafik perubahan panjang lengan dipol pertama terhadap *return loss*.Gambar 21. Grafik perubahan panjang lengan dipol pertama terhadap *return loss*.

### 3.11. Hasil Perubahan Panjang Lengan Dipol Kedua

Gambar 22. Grafik perubahan panjang lengan dipol kedua terhadap *return loss*.

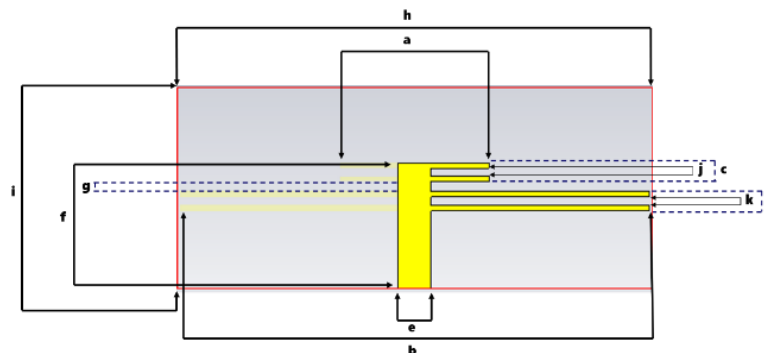
Pada Gambar 22. merupakan grafik perubahan panjang lengan dipol kedua terhadap *return loss*. Ketika ukuran panjang ditambah frekuensi 1 pada 2,47 GHz bergeser menjadi 2,404 GHz adapun nilai *return loss* semakin menurun memenuhi  $\leq -10$  dB dan frekuensi 2 pada 5,8964 GHz bergeser menjadi 5,872 GHz adapun nilai *return loss* semakin menurun memenuhi spesifikasi  $\leq -10$  dB. Dapat dilihat pada Gambar 23. di bawah merupakan grafik perubahan panjang lengan dipol kedua terhadap VSWR. Ketika ukuran panjang ditambah pada frekuensi 1 nilai VSWR menjadi rendah  $\leq 1,5$  dan pada frekuensi 2 nilai VSWR menjadi rendah  $\leq 1,5$ .



Gambar 23. Grafik perubahan panjang lengan dipol kedua terhadap vswr

### 3.3. Hasil Desain Antena Untuk Fabrikasi

Terlihat pada Gambar 24. di bawah merupakan desain antenna mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* dengan *co-planar* untuk proses fabrikasi antenna. Ukuran dimensi terbaik antenna didapatkan dari optimasi pada perancangan antenna mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* dengan *co-planar*. Parameter dimensi antenna dapat dilihat pada Tabel 4. Pada frekuensi 2 resonansi pada 2,404 GHz cukup mendekati nilai frekuensi kerja yang diinginkan yaitu 2,4 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -16,605 dB serta VSWR 1,3. Pada frekuensi resonansi 2 bernilai 5,872 GHz cukup mendekati nilai frekuensi kerja yang diinginkan yaitu 5,8 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -15,38 dB serta VSWR 1,3.

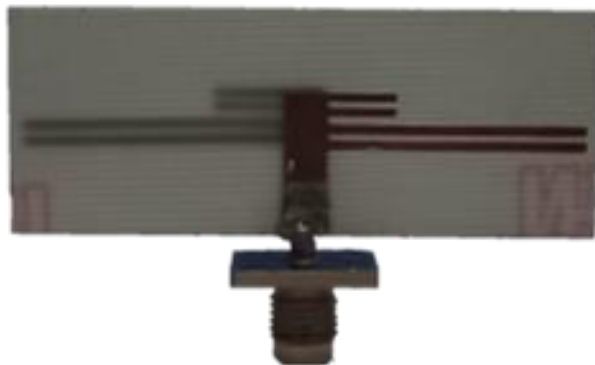


Gambar 24. Desain antenna untuk fabrikasi.

Tabel 4. Parameter dimensi antenna untuk fabrikasi.

| Parameter                             | simbol | Nilai (mm) |
|---------------------------------------|--------|------------|
| Panjang lengan dipol pertama          | a      | 6,1        |
| Panjang lengan dipol kedua            | b      | 22,9       |
| Lebar lengan dipol pertama            | c      | 1,8        |
| Lebar lengan dipol kedua              | d      | 2          |
| Lebar <i>feed line</i>                | e      | 3,5        |
| Panjang <i>feed line</i>              | f      | 12,5       |
| Jarak antar lengan dipol              | g      | 1          |
| Panjang substrat                      | h      | 50         |
| Lebar substrat                        | i      | 20         |
| Lebar <i>co-planar</i> lengan dipol 1 | j      | 0,8        |
| Lebar <i>co-planar</i> lengan dipol 2 | k      | 0,8        |

### 3.4. Hasil Fabrikasi Antena



Gambar 25. Hasil fabrikasi antena.

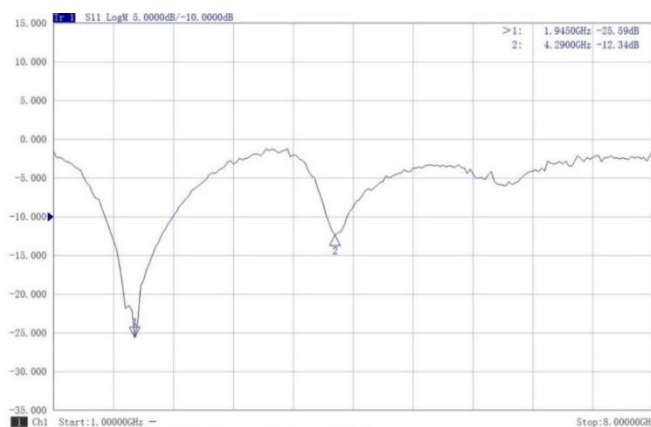
Pada Gambar 25. Merupakan hasil fabrikasi antena, dari hasil perancangan dan optimasi yang telah dilakukan dipilih antena mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* dengan *co-planar* untuk difabrikasi hal ini dikarenakan perancangan antena mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* dengan *co-planar* mendapatkan hasil frekuensi kerja, *return loss*, dan VSWR sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Bahan yang digunakan pada bagian substrat menggunakan FR-4 epoxy dan *patch* menggunakan tembaga (*cooper*) dengan ukuran dimensi antena yaitu panjang substrat 50 mm, lebar substrat 20 mm, panjang lengan dipol pertama ( $l_{d1}$ ) 6,1 mm, panjang lengan dipol kedua ( $l_{d2}$ ) 22,9 mm, lebar lengan dipol pertama ( $w_{d1}$ ) 1,8 mm, lebar lengan dipol kedua ( $w_{d2}$ ) 2 mm. lebar *co-planar* ( $w_{co}$ ) 0,8 mm, jarak antar lengan ( $r$ ) 1 mm, lebar *feed line* ( $w_f$ ) 3,5 mm, dan panjang *feed line* 12,5 mm.

### 3.5. Hasil Pengukuran Antena

Antena yang telah difabrikasi kemudian diukur menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA) di Laboratorium Teknik Elektro UNJANI adapun hasil pengukuran sebagai berikut.

#### 1) Hasil Pengukuran *Return loss*

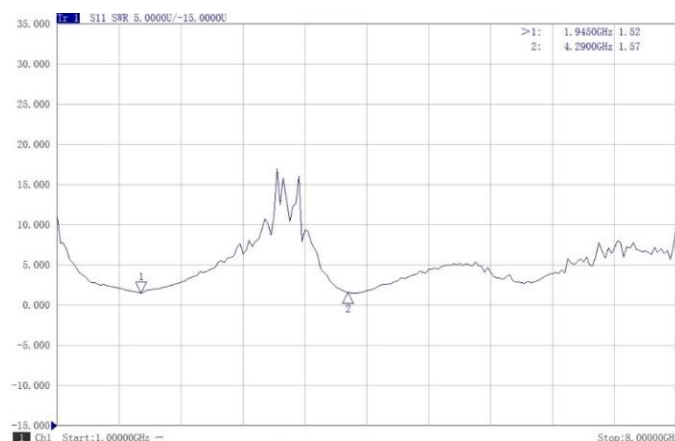
Terlihat pada Gambar 26. di bawah merupakan hasil pengukuran *return loss* pada frekuensi 1 bernilai 1,9450 GHz adapun untuk nilai *return loss* sebesar -25,59 dB. Pada frekuensi 2 bernilai 4,29 GHz dengan *return loss* sebesar -12,34 dB.



Gambar 26. Hasil pengukuran *return loss* antena hasil fabrikasi.

#### 2) Hasil pengukuran VSWR

Terlihat pada gambar 27. di bawah merupakan hasil pengukuran VSWR frekuensi 1 bernilai 1,9450 GHz dengan nilai VSWR sebesar 1,52 dan pada frekuensi 2 4,29 GHz dengan nilai VSWR bernilai 1,57



Gambar 27. Hasil pengukuran vswr antenna hasil fabrikasi.

### 3.6. Hasil Perbandingan Perancangan dan Pengukuran Antena

Terlihat pada Tabel 5. merupakan perbandingan antara pengukuran dan perancangan terjadi pergeseran frekuensi resonansi yang signifikan baik pada frekuensi 1 dan pada frekuensi 2 mengalami hal yang sama terjadi pergeseran frekuensi. Perbedaan hasil pengukuran antena yang difabrikasi dan perancangan dapat terjadi karena adanya perbedaan ukuran jarak antar lengan dipol pertama terhadap substrat sebesar 0,45 mm pada antena perancangan dan fabrikasi. Pengukuran dilakukan pada tempat yang dikatakan pada kondisi tidak ideal layaknya anechoic chamber atau ruangan hampa udara sehingga dipengaruhi banyaknya *interferensi* atau gangguan yang disebabkan oleh perangkat yang ada di ruang pengukuran.

Tabel 5. Perbandingan hasil perancangan dan pengukuran.

| Parameter                 | Perancangan |             | Pengukuran  |             |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           | Frekuensi 1 | Frekuensi 2 | Frekuensi 1 | Frekuensi 2 |
| Frekuensi resonansi (GHz) | 2,404 GHz   | 5,872 GHz   | 1,9450 GHz  | 4,29 GHz    |
| <i>Return loss</i> (dB)   | -16,605 dB  | -15,38 dB   | -25,59 dB   | -12,34 dB   |
| VSWR                      | 1,3         | 1,4         | 1,52        | 1,57        |

## 4. Kesimpulan

Perancangan awal antena mikrostrip dipol *multi-patch dual-frequency* didapatkan frekuensi kerja 1 2,47 GHz dengan *return loss* bernilai -10,39 dB serta VSWR bernilai 1,8. Pada frekuensi kerja 2 5,8 GHz dengan nilai *return loss* -9,6386 dB dan nilai VSWR 1,9. Penambahan *co-planar* pada perancangan antena mikrostrip dipol dua lengan *multi-patch dual-frequency* menyebabkan frekuensi kerja bergeser sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Didapatkan pada frekuensi kerja 1 bernilai 2,404 GHz dengan nilai *return loss* -16,604717 dB dan VSWR sebesar 1,3 lalu frekuensi kerja 2 bernilai 5,872 GHz dengan nilai *return loss* -15,388 dB dan VSWR sebesar 1,4. Serta penambahan *co-planar* menyebabkan nilai VSWR menurun sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Pengukuran fabrikasi antena mikrostrip dipol dua lengan *multipatch dual frequency* dengan *co-planar* pada frekuensi 1 2,404 GHz mengalami pergeseran frekuensi menjadi 1,9450 GHz dengan nilai *return loss* -25,59 dB dan VSWR 1,52. Pada frekuensi 2 5,872 GHz mengalami pergeseran frekuensi menjadi 4,29 GHz dengan nilai *return loss* -12,34 dB dan VSWR 1,57. Perbedaan hasil pengukuran antena yang difabrikasi dan perancangan dapat terjadi karena adanya perbedaan ukuran jarak antar lengan dipol pertama terhadap substrat sebesar 0,45 mm pada antena perancangan dan fabrikasi.

Dari hasil penelitian ini maka diperoleh secara simulasi rancangan antena mikrostrip dipol dapat digunakan untuk menghasilkan antena *dual-frequency* yang bekerja pada frekuensi kerja *wireless broadband* karena dari hasil parameter *return loss* dan VSWR sudah memenuhi spesifikasi



standar parameter. Namun untuk fabrikasi antena belum memenuhi dikarenakan dari hasil pengukuran frekuensi belum sesuai dengan kebutuhan dari frekuensi kerja *wireless broadband* yang dibutuhkan. Oleh karena itu kedepannya penelitian ini dapat dikembangkan dari sisi perbaikan pengukuran dan dilakukan pada ruangan yang ideal untuk melakukan pengukuran.

### Referensi

- [1] Y. Zhang, "Challenges and opportunities of future rural wireless communications," *IEEE Communications Magazine*, pp. 16-22, 2021.
- [2] Patel, "Meandered low profile multiband antenna for wireless communication applications," *Wireless Networks*, pp. 1-12, 2021.
- [3] Y. C. Simamora, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Printed Collinear Dipole Array Untuk Aplikasi Adsb Receiver," *eProceedings of Applied Science*, 2021.
- [4] N. Madhatillah, "Antena mikrostrip berpolarisasi lingkaran pada daerah ultra high frequency dan super high frequency: Circle polarized microstrip antenna in the ultra high frequency and super high frequency region," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, pp. 107-114, 2021.
- [5] A. Rahim, "Analysis and Design of Planner Wide Band Antenna for Wireless Communication Applications: Fractal Antennas. In Design Methodologies and Tools for 5G Network Development and Application," *IGI Global*, pp. 196-208, 2021.
- [6] Q. Tan, "A broadband circularly polarized planar antenna array using magneto-electric dipole element with bent strips for Ka-band applications," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, pp. 39-43, 2022.
- [7] D. W. Astuti, "Antena Mikrostrip dengan Dua Buah U-Slot untuk Aplikasi Wi-Fi dan 5G," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, pp. 274-280, 2022.
- [8] R. Wibowo, "Simulasi Dan Fabrikasi Antena Mikrostrip Dipole Dengan Length Shifter Sebagai Pengubah Frekuensi," pp. 5-20, 2015.
- [9] C. A. Kuncara, "Performance Analysis on Dual-band Annular Ring Microstrip Antenna at 1.9 GHz and 2.1 GHz Operating Frequencies," *IJAIT (International Journal of Applied Information Technology)*, pp. 16-21, 2018.
- [10] M. H. Jamaluddin, "Microstrip dipole antenna for WLAN application," pp. 30-33, 2005.