

ANTENA MIKROSTRIP FREKUENSI RECONFIGURABLE PADA FREKUENSI 1,8 GHZ DAN 3,5 GHZ

RECONFIGURABLE FREQUENCY MICROSTRIP ANTENNA AT FREQUENCY 1,8 GHZ AND 3,5 GHZ

Amanda Nabila Hasya¹, Harfan Hian Ryanu², Aloysius Adya Pramudita³, Zalfa Maitsa Nabila⁴
^{1,2,3,4}Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia
Jl. Telekomunikasi Terusan Buah Batu, Bandung, 40257, Indonesia
nhmanda01@gmail.com

Abstract— Currently, almost all regions in Indonesia can feel the speed of 4G, which will soon be replaced by 5G networks. The installation of this 5G network takes a long time to be enjoyed by all regions in Indonesia. Therefore we need an antenna that can change the working frequency according to the existing network conditions. A reconfigurable antenna is an antenna that can work in a variety of conditions. Reconfigurable antennas can be reconfigurable characteristics. The antenna is designed in two conditions, namely the condition of the off working frequency is 3,5 GHz, and the condition on the working frequency is 1,8 GHz. From the simulation results in the off condition, the return loss is -32,095927 dB. Meanwhile, in the on condition, the return loss is -26,443567 dB. In the off condition measurement results, the return loss value is -18,64405386 dB. While the on condition is -14,96034985 dB.

Keywords-Reconfigurable Antenna, Microstrip Antenna, 4G, 5G.

Abstrak— Saat ini sudah hampir seluruh wilayah di Indonesia dapat merasakan kecepatan dari 4G, yang dimana sebentar lagi jaringan tersebut akan tergantikan oleh jaringan 5G. Pemasangan jaringan 5G ini membutuhkan waktu yang cukup lama agar dapat dinikmati oleh seluruh wilayah di Indonesia. semua dapat merasakan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu antenna yang dapat merubah frekuensi kerja sesuai dengan kondisi jaringan yang ada. Antena *reconfigurable* merupakan antenna yang dapat bekerja pada berbagai macam kondisi. Antena *reconfigurable* dapat karakteristiknya dapat direkonfigurasi. Antena dirancang pada dua kondisi yaitu kondisi *off* frekuensi kerjanya ialah 3,5 GHz, dan kondisi *on* frekuensi kerjanya ialah 1,8 GHz. Dari hasil simulasi pada kondisi *off* yaitu *return loss* sebesar -32,095927 dB. Sedangkan pada kondisi *on* yaitu *return loss* sebesar -26,443567 dB. Pada hasil pengukuran kondisi *off* nilai *return loss*nya sebesar -18,64405386 dB. Sedangkan pada kondisi *on* yaitu -14,96034985 dB.

Kata Kunci- Antena Reconfigurable, Antena Microstrip, 4G, 5G.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini sangatlah pesat. Dimana perkembangan telekomunikasi sangat bermanfaat untuk seluruh pihak dalam pertukaran informasi. Jaringan internet di Indonesiapun saat ini sudah dapat dikatakan cepat, namun memang belum secepat negara-negara lainnya. Jaringan 4G di Indonesia ini sudah hampir menyeluruh sehingga dapat diakses dimanapun, dan untuk jaringan 5G di Indonesia sudah mulai diterapkan diberbagai kota-kota besar namun belum menyeluruh di Indonesia. Pemasangan jaringan 5G agar dapat dinikmati di seluruh wilayah di Indonesia membutuhkan waktu yang cukup lama. Frekuensi yang paling banyak digunakan di Indonesia untuk jaringan 4G yaitu di frekuensi 1.8 GHz. Sedangkan, untuk frekuensi yang menjadi kandidat terkuat yang akan digunakan untuk jaringan 5G di Indonesia ialah di frekuensi 3.5 GHz. Dalam menunjang berjalannya suatu sistem komunikasi jarak jauh dibutuhkan suatu perangkat yang dapat digunakan untuk mengirim atau menerima gelombang elektromagnetik yaitu antenna.

Antena merupakan suatu media yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal. Untuk antenna dapat berkomunikasi dengan baik dan optimal perlu diperhatikan berbagai macam parameternya. Parameter dari antenna yaitu *return loss*, *VSWR*, *gain*, *bandwidth*, pola radiasi, dan polarisasi. Untuk membuat suatu antenna yang baik juga kita perlu memperhatikan frekuensi kerja dari antenna tersebut. Saat ini kebutuhan manusia dalam berkomunikasi sangatlah meningkat. Memodifikasi perangkat sangat berguna agar dapat meningkatkan efektivitas, dan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dalam upaya meningkatkan efektivitas dan memenuhi kebutuhan manusia dalam berkomunikasi dibutuhkan suatu antenna yang dapat bekerja dengan berbagai macam frekuensi, salah satunya adalah antenna *reconfigurable*.

Antena *reconfigurable* merupakan suatu antenna yang dapat bekerja pada berbagai frekuensi kerja sesuai dengan yang dibutuhkan. Pada sistemnya antenna *reconfigurable* ini menggunakan *switch* untuk dapat melakukan pergantian frekuensi kerja yang dibutuhkan, dimana ketika salah satu frekuensi sedang bekerja maka frekuensi lain tidak bekerja. Hal tersebut dapat mengurangi interferensi yang akan muncul pada frekuensi yang sedang tidak bekerja [1].

Pada makalah ini dirancang suatu antenna *reconfigurable* yang dapat bekerja pada frekuensi 1,8 GHz untuk 4G dan 3,5 GHz untuk 5G. Dalam makalah ini pada

kondisi *off* frekuensi yang akan bekerja yaitu frekuensi 3,5 GHz, sedangkan ketika kondisi *on* frekuensi yang akan bekerja yaitu frekuensi 1,8 GHz.

II. METODOLOGI

A. Teknologi Seluler

Teknologi seluler di Indonesia telah berkembang secara pesat. Jaringan 1G, 2G, 3G, dan 4G telah kita rasakan, dan jaringan 5G telah disiapkan di Indonesia. Sistem 4G merupakan pengembangan dari 2G dan 3G yang dapat beroperasi diberbagai frekuensi seperti 700 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, dan 2600 MHz. Pada 4G kecepatan akses data sangat cepat sampai dengan 100 Mbps sehingga komunikasi menjadi sangat cepat seperti transfer data, gambar, video, dan lainnya. Di Indonesia teknologi 4G sudah tersebar di kota-kota seluruh Indonesia. Salah satu frekuensi yang telah menyebar diseluruh wilayah Indonesia yaitu frekuensi 1,8 GHz [2]. *Bandwidth* untuk layanan 4G ini fleksibel mulai dari 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz hingga 20 MHz [3].

Di Indonesia, teknologi 5G masih dalam tahap pengembangan. Dalam menerapkan 5G dibutuhkan beberapa syarat yang harus dipenuhi seperti kebutuhan data rate yang tinggi, latensi yang semakin kecil [4]. Kandidat frekuensi 5G yang akan digunakan di Indonesia ialah 700-800, 2,3 GHz, 2,6 GHz, 3,3 GHz, 3,5 GHz, dan 28-30 GHz. Spektrum 1-6 GHz menjadi spektrum yang diperkirakan menjadi pilihan awal bagi para operator untuk menggelar 5G di *range* 3,3-3,8 GHz [5] Frekuensi 3,5 GHz memiliki penyelenggara satelit yang luas di wilayah Indonesia.

B. Antena Mikrostrip

Antena ialah suatu alat yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima gelombang elektromagnetik [6]. Antena mikrostrip adalah salah satu jenis antena yang memiliki lempengan tipis, dan bekerja pada frekuensi tinggi [7]. Antena mikrostrip secara fisik terlibat sederhana, karena hanya berupa lempengan PCB [8]. Parameter dari antena yaitu *return loss*, *VSWR*, *gain*, polarisasi, dan pola radiasi [9]. *Return loss* terjadi karena tidak *match*nya impedansi saluran dengan impedansi antena. *Voltage Standing Wave Ratio* (*VSWR*) adalah perbandingan antara nilai tegangan maksimum dengan tegangan minimum pada suatu gelombang berdiri. *Gain* adalah nilai perbandingan antara intensitas radiasi maksimum dan radiasi referensi dengan daya yang sama ketika ditransmisikan. Polarisasi adalah arah getar gelombang dari antena. Dan, Pola radiasi adalah suatu gambaran yang menggambarkan radiasi dari suatu antena [9].

Pada umumnya antena mikrostrip terbuat dari tiga lapisan yaitu *patch*, *substrat*, dan *Ground plane* [10]. *Patch* berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* biasanya terbuat dari bahan konduktor seperti tembaga. Lapisan *patch* terletak pada bagian paling atas [11]. Jenis *patch* pada antena mikrostrip yaitu *rectangular*, *square*, sirkular, segitiga, dan lainnya [11]. *Substrat* adalah lapisan antena mikrostrip yang terletak antara *patch* dan *ground plane*. Fungsi dari *substrat* ialah untuk menyalurkan gelombang

elektromagnetik dari pencatu. Ketebalan *substrat* akan berpengaruh pada nilai *bandwidth*, semakin tebal *substrat* maka *bandwidth* pun akan semakin besar [11]. *Ground plane* merupakan lapisan antena mikrostrip yang terletak pada bagian paling bawah. *Ground plane* ini berfungsi sebagai reflektor untuk memantulkan sinyal datang yang tidak diinginkan [11].

Agar antena mikrostrip bekerja, dibutuhkan Teknik pencatun. Teknik pencatun berfungsi untuk menyalurkan daya di saluran mikrostrip dengan *patch*. Teknik pencatun yang sering digunakan pada antena mikrostrip ialah *microstrip line*, *proximity coupled*, *coaxial probe*, dan *aperture coupled*. *Microstrip line* menjadi teknik pencatun yang umum digunakan karena mampu memberikan gain yang besar [11].

C. Antena Reconfigurable

Antena *reconfigurable* adalah antena yang dapat dikonfigurasi ulang dengan karakteristik yang fleksibel atau dapat disesuaikan. Parameter yang dapat dikonfigurasi ulang ialah frekuensi, pola radiasi, dan polarisasi sesuai dengan kebutuhan [12]. Pada antena *reconfigurable* frekuensi, karakteristik antena ini harus direkonfigurasi agar memiliki beberapa frekuensi berbeda [13]. Antena *reconfigurable* menjadi suatu alternatif untuk mengatasi permasalahan yang ada dalam dunia telekomunikasi saat ini. Antena *reconfigurable* dapat digunakan untuk *Cognitive Radio*, *Multiple Input Multiple Output* (MIMO), aplikasi ruang angkasa dan banyak lagi [13]. Pada antena *reconfigurable* untuk dapat melakukan perubahan parameter diperlukan suatu *switch*.

Switch berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan *electrical circuit* dengan menghubungkan dan memutuskan jalur-jalur yang diinginkan. Pada antena, *switch* berfungsi untuk mengatur dan mengalirkan energi dari sinyal RF menuju jalur yang diinginkan. Jenis *switch* yang dapat digunakan yaitu Pin Dioda *Switch*, *Field Effect Transistor* (FET) *Switch*, *Mechanical Switch*, dan *MEMS Switch* [14]. Untuk memilih jenis *switch* yang tepat harus memperhatikan beberapa parameter, yaitu kecepatan *switch*, *level power signal*, impedansi karakteristik, *switch biasing activation conditions*, dan harga *switch*. Jenis *switch* yang sering digunakan ialah Pin-Dioda [15].

D. Perancangan Antena

Perancangan antena mikrostrip *reconfigurable patch* sirkular dengan menentukan parameter yang diinginkan agar antena tersebut dapat bekerja dengan baik. Parameter antena yang diinginkan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Antena.

Parameter	Spesifikasi
Return Loss	≤ -10 dB
<i>Bandwidth</i> (MHz)	≥ 10
Gain (dBi)	≥ 2
Pola Radiasi	Unidirectional
Polarisasi	Linier

Bahan dielektrik yang digunakan sebagai *substrat* pada perancangan antenna ini ialah FR-4 dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) yaitu 4,3, ketebalan substrat (h) yaitu 1,6 mm, dan tebal dielektrik yaitu 0,035 mm. Bahan tersebut dipilih karena biaya yang *relative* murah dan mudah untuk didapat.

E. Perhitungan Dimensi Antena Reconfigurable

Pada penelitian ini dirancang antenna *reconfigurable* yang dapat bekerja pada frekuensi 1,8 GHz ketika dalam kondisi *on* atau terhubung dan frekuensi 3,5 GHz dalam kondisi *off* atau tidak terhubung. Dimensi jari-jari *patch* antenna (a) dapat diperoleh dari persamaan (2) dengan nilai F dapat diperoleh dari persamaan (1). Dimensi Panjang *ground plane* antenna dapat diperoleh dari persamaan (3), sedangkan untuk lebar *ground plane* antenna dapat diperoleh dari persamaan (4). Dimensi lebar *feedline* dapat diperoleh dari persamaan (6) dengan nilai B dapat diperoleh dari persamaan (5). Dimensi panjang *feedline* dapat diperoleh dari persamaan (7) dengan nilai λ_g dapat diperoleh dari persamaan (9), dengan nilai ϵ_{eff} diperoleh dari persamaan (8).

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \tag{1}$$

$$a = \frac{1}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right\}^2} \tag{2}$$

$$l_g = 6h + 2a \tag{3}$$

$$w_g = l_f + 2a + 6h \tag{4}$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \tag{5}$$

$$wf = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \tag{6}$$

$$l_f = \frac{\lambda_g}{4} \tag{7}$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + \frac{12h}{w} \right]^{-2} \tag{8}$$

$$\lambda_g = \frac{c}{f_r \sqrt{\epsilon_{eff}}} \tag{9}$$

Hasil dari perhitungan dimensi antenna yang diperoleh untuk dimensi frekuensi 1,8 GHz dan 3,5 GHz dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Hasil Perhitungan.

Dimensi	Parameter	Nilai Off (mm)	Nilai On (mm)
Jari-jari <i>patch</i>	a	10,30	20,95
Lebar <i>ground plane</i> dan substrat	w_g	42,055	74,555
Panjang <i>ground plane</i> dan substrat	l_g	30,2	51,5
Lebar <i>feedline</i>	w_f	3,113	3,113
Panjang <i>feedline</i>	l_f	11,855	23,055
Tebal dielektrik	t	0,035	0,035
Tebal substrat	h	1,6	1,6

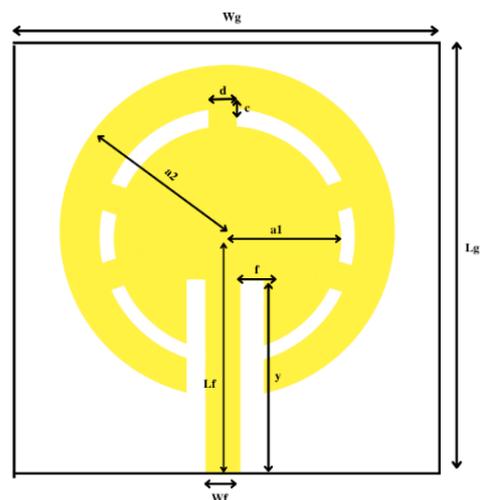
F. Desain Antena

Dalam pembuatan desain untuk antenna *reconfigurable* frekuensi memiliki tujuan yaitu agar antenna dapat bekerja dengan baik dan dapat melakukan *switch* frekuensi. Konsep yang diinginkan ialah adanya dua *patch*, yang diantara *patch* tersebut diberi jarak sebagai tempat meletakkan *switch*. Dua *patch*nya yaitu *patch* 1 untuk frekuensi 3,5 GHz (*off*), dan *patch* 2 untuk frekuensi 1,8 GHz (*on*). Ukuran jarak yang digunakan yaitu seperti ukuran PIN-Dioda. Hasil yang diharapkan dari mendesain antenna *reconfigurable* ini yaitu ketika *patch* 1 dan 2 tidak dihubungkan dengan *switch* atau dalam keadaan *off*, maka frekuensi yang akan bekerja ialah frekuensi 3,5 GHz, sedangkan ketika *patch* 1 dan 2 dihubungkan dengan *switch* atau dalam kondisi *on*, maka frekuensi yang akan bekerja ialah frekuensi 1,8 GHz.

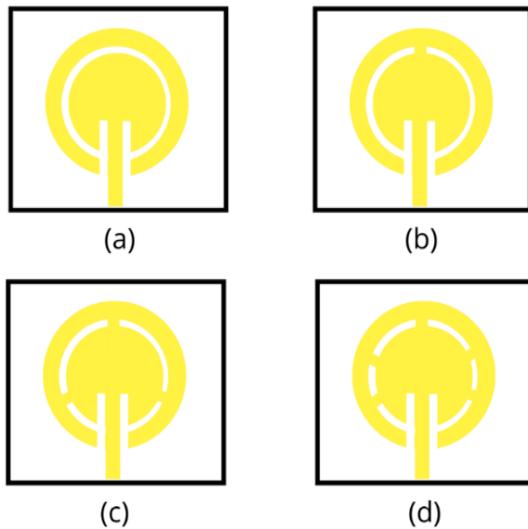
Dalam memalukan proses perancangan antenna *reconfigurable* frekuensi dilakukan beberapa tahapan. Tahapan yang dilakukan demi mendapatkan hasil yang maksimal ini didapat dari pengaturan atau mengubah dimensi dari antenanya itu sendiri. Perubahan dimensi akan berdampak pada hasil yang diperoleh. Hasil akhir dimensi dan struktur antenna dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 1.

Tabel 3. Dimensi Antena.

Dimensi	Parameter	Nilai (mm)
Jari-jari <i>patch</i>	a	$a_1 : 19,312$ $a_2 : 12,214$
Lebar <i>ground plane</i> dan substrat	w_g	77,5
Panjang <i>ground plane</i> dan substrat	l_g	80
Lebar <i>feedline</i>	w_f	3,213
Panjang <i>feedline</i>	l_f	40
Lebar <i>Insert feed</i>	f	1,15
Panjang <i>Insert feed</i>	y	38,2
Lebar Brick	d	0,75
Panjang Brick	c	1,15
Tebal dielektrik	t	0,035
Tebal substrat	h	1,6

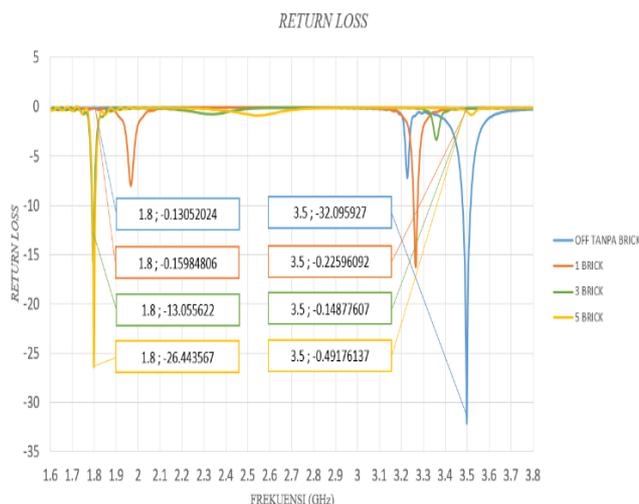


Gambar 1. Struktur Antena.



Gambar 2. Desain Antena (a) Dalam Kondisi *Off*, (b) Dalam Kondisi *On* 1 *Brick*, (c) Dalam Kondisi *On* 3 *Brick*, (d) Dalam Kondisi *On* 5 *Brick*.

Proses dalam mendesain antenna digambarkan pada Gambar 2. Dalam Gambar 2 (a) menggambarkan desain antenna tanpa menggunakan *brick* sehingga kondisinya *off* dan frekuensi yang akan bekerja ialah frekuensi 3,5 GHz. Sedangkan pada Gambar 2 (b)-(d) menggambarkan kondisi *on* dengan menggunakan *brick* sehingga frekuensi yang bekerja ialah frekuensi 1,8 GHz, namun yang membedakan antara ketiganya adalah jumlah dan posisi dari *brick* tersebut. Elemen *brick* digunakan untuk memodelkan *switch* pada antenna *reconfigurable*. Pada Gambar 2 (b) posisi *brick* berada di sudut 0 derajat, hal tersebut diharapkan daya yang berasal dari *feedline* bisa langsung disalurkan ke *patch* terluar. Pada Gambar 2 (c) menggunakan 3 *brick*, posisi yang digunakan yaitu pada 0, 100, dan -100 derajat. Dan untuk Gambar 2 (d) menggunakan 5 *brick*, posisi *brick* yang digunakan berada pada posisi 0, 85, -85, 100, dan -100 derajat.



Gambar 3. Hasil Simulasi Dari Masing-Masing Desain Antena.

Dari percobaan yang telah dilakukan, hasil simulasinya telah tergambarkan pada Gambar 3 untuk semua desain antenna. Untuk Gambar 2 (a) dengan kondisi *off* atau tanpa menggunakan *brick*, hasil yang diperoleh yaitu *return loss*

pada frekuensi 3,5 GHz sebesar -32,095 dB dengan *bandwidth* 38,7 MHz, dan *return loss* pada frekuensi 1,8 GHz sebesar -0,130 dB. VSWR pada frekuensi 3,5 GHz sebesar 1,050, dan VSWR pada frekuensi 1,8 GHz sebesar 133,098. Nilai parameter yang memenuhi ialah pada frekuensi 3,5 GHz sehingga antenna hanya bekerja pada frekuensi tersebut. Selanjutnya, Gambar 2 (b) dengan kondisi *on* menggunakan 1 *brick*, hasil yang diperoleh yaitu *return loss* pada frekuensi 3,5 GHz sebesar -0,225 dB, *return loss* pada frekuensi 1,8 GHz sebesar -0,159 dB, VSWR pada frekuensi 3,5 GHz sebesar 76,883, dan VSWR pada frekuensi 1,8 GHz sebesar 108,679. Nilai yang diperoleh tidak sesuai dengan yang diharapkan sehingga antenna tidak dapat bekerja pada kedua frekuensi tersebut.

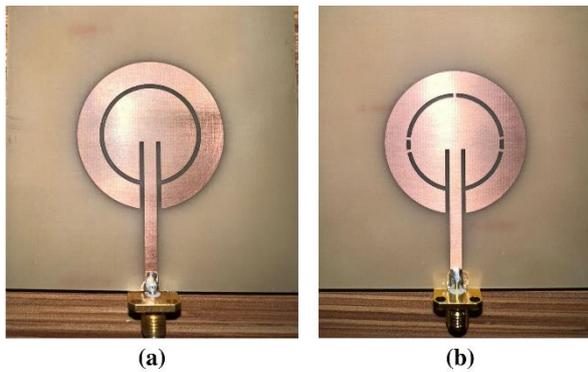
Pada Gambar 2 (c) dengan kondisi *on* dengan menggunakan 3 *brick* mendapatkan hasil yaitu *return loss* pada frekuensi 3,5 GHz sebesar -0,148 dB, *return loss* pada frekuensi 1,8 GHz sebesar -13,055 dB, VSWR pada frekuensi 3,5 GHz sebesar 114,779, VSWR pada frekuensi 1,8 GHz sebesar 1,560, dan *bandwidth* pada frekuensi 1,8 GHz ialah 12 MHz. Nilai parameter yang memenuhi ialah pada frekuensi 1,8 GHz sehingga antenna hanya bekerja pada frekuensi tersebut. Gambar 2 (d) dalam kondisi *on* dengan menggunakan 5 *brick* memperoleh hasil yaitu *return loss* pada frekuensi 3,5 GHz sebesar -0,491 dB, *return loss* pada frekuensi 1,8 GHz sebesar -26,443 dB, VSWR pada frekuensi 3,5 GHz sebesar 35,335, VSWR pada frekuensi 1,8 GHz sebesar 1,100, dan *bandwidth* pada frekuensi 1,8 GHz ialah 13,9 MHz. Nilai parameter yang memenuhi ialah pada frekuensi 1,8 GHz sehingga antenna hanya bekerja pada frekuensi tersebut.

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, posisi dan jumlah *brick* ini dapat mempengaruhi nilai yang dihasilkan. Posisi *brick* ini akan lebih baik ketika posisinya simetris, karena daya yang disalurkan menjadi lebih optimal. Jumlah dari *brick* ini akan mempengaruhi nilai yang dihasilkan seperti VSWR dan *return loss*, semakin banyak *brick* maka akan semakin kecil nilai dari VSWR dan *return loss*. Posisi *brick* yang akhirnya memberikan nilai terbaik untuk frekuensi 1,8 GHz yaitu pada posisi 0, 85, -85, 100, dan -100 derajat. Sehingga desain yang akan digunakan ketika kondisi *off* ialah desain pada Gambar 2 (a), sedangkan untuk kondisi *on* menggunakan desain pada Gambar 3 (d).

III. HASIL DAN ANALISIS

A. Realisasi Antena

Setelah melakukan simulasi antenna mikrostrip *patch* sirkular, maka dilakukan realisasi antenna dengan menggunakan bahan substrat FR-4 dengan ketebalan 1,6 mm. Gambar 4 (a) menunjukkan hasil realisasi antenna untuk kondisi *off*. Sedangkan, Gambar 4 (b) menunjukkan hasil realisasi antenna untuk kondisi *on*. Pengukuran antenna dilakukan di Ruang *Anechoic Chamber* Universitas Telkom seperti pada Gambar 5, dimana alat yang digunakannya yaitu *Vector Network Analyzer* (VNA) yang dapat bekerja pada frekuensi 300 KHz - 8 GHz, kabel coaxial N to SMA, *matching* antenna, dan antenna horn.



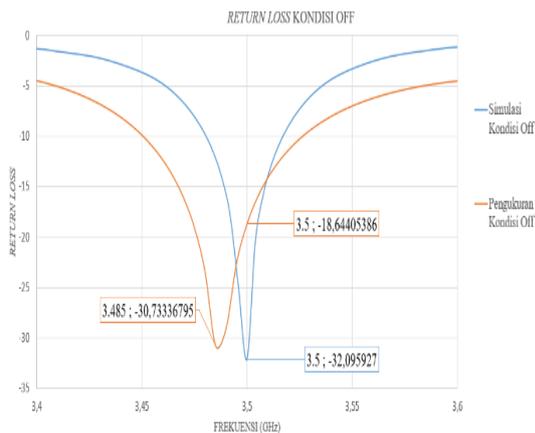
Gambar 4. Realisasi Antena, (a) Kondisi Off, (b) Kondisi On.



Gambar 5. Pengukuran Di Ruang Anechoic Chamber Universitas Telkom.

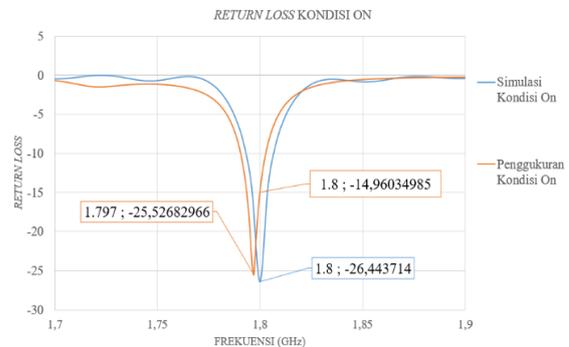
B. Analisis

Pada Gambar 6 menggambarkan hasil yang diperoleh ketika antena dalam kondisi off sehingga frekuensi yang bekerja ialah frekuensi 3,5 GHz. Dari gambar tersebut, menggambarkan perbedaan hasil *return loss* yang diperoleh dari hasil simulasi dan hasil pengukuran. Nilai *return loss* pada saat simulasi yaitu sebesar -32,095 dB, sedangkan pada saat pengukuran nilai *return loss*nya sebesar -18,644 dB. Nilai *return loss* terbaik bergeser ke frekuensi 3,485 GHz yaitu senilai -30,733. Nilai *bandwidth* pada simulasi ialah 38,7 MHz, sedangkan pada pengukuran ialah 75 MHz.



Gambar 6. Hasil Return Loss Kondisi Off.

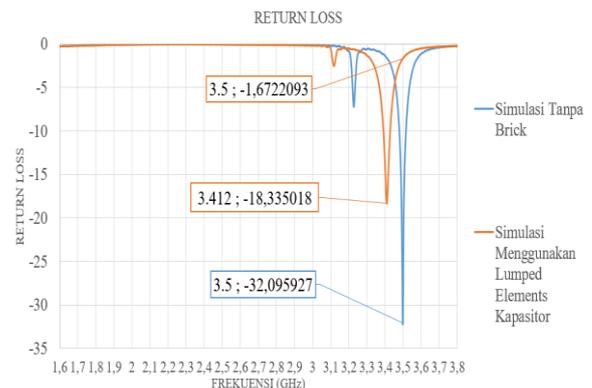
Sedangkan pada Gambar 7 menggambarkan hasil *return loss* dari hasil simulasi dan pengukuran dalam kondisi on sehingga frekuensi yang bekerja ialah 1,8 GHz. Nilai *return loss* kondisi on pada saat simulasi sebesar -26,443 dB, sedangkan pada saat pengukuran yaitu -14,960 dB. Nilai *return loss* terbaiknya bergeser ke frekuensi 1,797 GHz yaitu -25,526. Nilai *bandwidth* pada simulasi ialah 13,9 MHz, sedangkan pada pengukuran ialah 11,2 MHz.



Gambar 7. Hasil Return Loss Kondisi On.

Pada kondisi off dan on, hasil dari simulasi dan pengukuran sama-sama terdapat pergeseran frekuensi. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor yaitu kondisi alat yang digunakan, faktor ketelitian pada saat pengamatan, dan proses fabrikasi juga dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

Selain melakukan percobaan dengan menggunakan brick sebagai penyalur daya atau switch, dilakukan juga percobaan menggunakan *lumped elements* yang menggunakan Pin-Dioda BAP 64-02. Pada penggunaan Pin-Dioda terdapat dua kondisi yaitu *forward bias*, dan *reverse bias*. Pada kondisi *forward bias* (kondisi on) dirangkaian RF, dioda berfungsi sebagai resistor, dalam kondisi tersebut *lumped element* dapat dialiri arus listrik ke patch luar antena, sehingga frekuensi yang bekerja ialah frekuensi 1,8 GHz. Sedangkan pada kondisi *reverse bias* (kondisi off), dioda berfungsi sebagai kapasitor, dalam kondisi tersebut *lumped element* tidak dapat dialiri arus ke patch luar, sehingga frekuensi yang bekerja ialah frekuensi 3,5 GHz. Sehingga perubahan frekuensi dapat diamati dengan memodelkan elemen brick sebagai *lumped elements* resistor dan kapasitor.



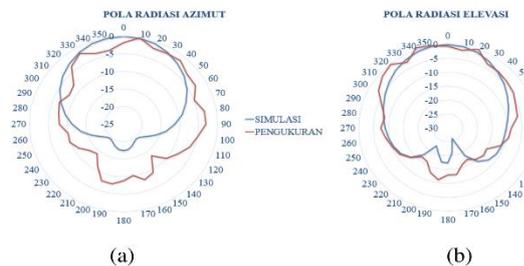
Gambar 8. Hasil Return Loss Kondisi Off Brick Dan Lumped Elements Kapasitor.

Gambar 8 menggambarkan perbandingan hasil simulasi ketika kondisi *off*. Ketika tidak menggunakan *brick* nilai *return loss*nya sebesar -32,099 dB pada frekuensi 3,5 GHz, sedangkan ketika menggunakan *lumped elements* nilai *return loss*nya sebesar -1,672 dB pada frekuensi 3,5 GHz. Pada saat menggunakan *lumped element* terjadi pergeseran frekuensi yaitu 3,412 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -18,334 dB.

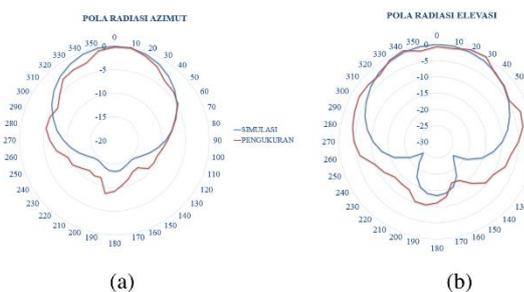


Gambar 9. Hasil Return Loss Kondisi On Brick Dan Lumped Elements Resistor.

Gambar 9 menggambarkan perbandingan hasil simulasi ketika kondisi *on*. Posisi dari *brick* dan *lumped elements* diletakan pada posisi yang sama. Ketika menggunakan *brick* nilai *return loss*nya sebesar -26,443 dB pada frekuensi 1,8 GHz, sedangkan ketika menggunakan *lumped elements* nilai *return loss*nya sebesar -3,407 dB pada frekuensi 1,8 GHz. Pada saat menggunakan *lumped element* terjadi pergeseran frekuensi yaitu 1,784 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -20,821 dB. Dari hasil percobaan menggunakan *brick* dan *lumped elements* dapat disimpulkan pemodelan dengan menggunakan *brick* dapat mendekati kondisi real saat menggunakan pemodelan menggunakan *lumped elements*.



Gambar 10. Pola Radiasi Kondisi Off, (a) Azimut, (b) Elevasi.



Gambar 11. Pola Radiasi Kondisi On, (a) Azimut, (b) Elevasi.

Penelitian ini dilakukan juga pengukuran pola radiasi menggunakan medan jauh secara azimuth, dan elevasi pada kondisi *off* dan *on*. Pengukuran ini dilakukan dengan cara memutar antenna setiap 10°. Perbandingan hasil pengukuran dan simulasi dapat dilihat pada Gambar 10 untuk kondisi *off*, dan Gambar 11 untuk kondisi *on*. Pada kondisi *off*, dari hasil pengukuran pola radiasi pada bidang azimuth diperoleh daya terima maksimum pada sudut 10° dan daya minimum berada pada sudut 220°. Dari hasil pengukuran kondisi *off* pada bidang azimuth diperoleh jenis pola radiasi *unidirectional*. Sedangkan pada simulasi kondisi *off*, daya terima maksimum pada sudut 0° dan daya minimum berada pada sudut 220°. Pada kondisi *on*, dari hasil pengukuran pola radiasi pada bidang azimuth diperoleh daya terima maksimum pada sudut 10° dan daya minimum berada pada sudut 140°. Dari hasil pengukuran kondisi *off* pada bidang azimuth diperoleh jenis pola radiasi *unidirectional*. Sedangkan pada simulasi kondisi *on*, daya terima maksimum pada sudut 0° dan daya minimum berada pada sudut 230°.

Tabel 4. Gain Antena Hasil Simulasi Dan Pengukuran.

Kondisi	Simulasi	Pengukuran
<i>Off</i>	6,897 dBi	6,235 dBi
<i>On</i>	4,417 dBi	3,893 dBi

Perbandingan dari *gain* kondisi *off* dan *on* antara simulasi dan pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4. Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai *gain* simulasi lebih besar daripada nilai *gain* pengukuran. Hal tersebut terjadi karena kondisi antenna yang tidak sempurna karena proses fabrikasi, serta keterbatasan alat dan pengamatan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang antenna *reconfigurable* frekuensi yang bekerja pada kondisi *on* yaitu frekuensi 1,8 GHz dan kondisi *off* pada frekuensi 3,5 GHz. *Brick* dapat menjadi salah satu opsi untuk mensimulasikan posisi *switch* pada perancangan antenna *reconfigurable*. Posisi dan jumlah dari *brick* akan mempengaruhi hasil yang dihasilkan. Hasil simulasi dan pengukuran yang diperoleh mendekati hasil menggunakan *lumped elements* pada dioda.

V. REFERENCES

- [1] H. M. Al-Tamimi and S. Mahdi, "A Study of reconfigurable multiband antenna for wireless application," *International Journal of New Technology and Research*, vol. 2, pp. 125-134, 2016.
- [2] J. Haidi, I. Anizar, and A. P. Andri, "Antena mikrostrip bentuk segiempat 1,8 ghz menggunakan metode parsial ground untuk aplikasi antenna 4G lte" *AMPLIFIER Jurnal Ilmiah Bidang teknik Elektro dan Komputer*, vol.7, no.2, pp.1-7
- [3] S. Ariyanti and D. Perdana, "Analisis Kelayakan Implementasi Teknologi LTE 1.8 GHz Bagi Operator Seluler di Indonesia," *Bul. Pos dan Telekomunikasi*, vol. 1, no. 1, p. 63, Mar. 2015, doi: 10.17933/bpostel.2015.130105.
- [4] A. Nabila, H. Lidiyati, and D. Saefudin, "Peningkatan kinerja gain antenna mikrostrip 4x4 mimo menggunakan dielektrik termodifikasi pada frekuensi 1800 mhz," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. Vol. 11,

no. 1, 2020, pp.620-624.

- [5] I. Krisnadi, F. Febriyandi, A. F. Kebijakan, and D. Perencanaan, "Rekomendasi ITU Pada Alokasi Spektrum 5G di Indonesia Related papers."
- [6] C. A. Balanis, *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons., USA: John wiley & Sons, 2015.
- [7] Herudin, "Perancangan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,6 GHz untuk Aplikasi LTE (Long Term Evolution).," *SETRUM*, vol. 1, no. 1, pp. 41-45, 2012.
- [8] Y. Christyono, I. Santoso, and R. D. Cahyo, "Perancangan antena mikrostrip array pada frekuensi 850 MHz," *Transmisi*, vol. 18, no. 2, pp. 87-95, 2016.
- [9] Syarifah Muthia Putri, "Analisis Antena Mikrostrip Fraktal Sierpinski Gasket," *J. Elektro dan Telekomun.*, vol. 4, pp. 55-61, 2018.
- [10] F. Rizqa, D. Arseno, and T. Yunita, "Analisis Dan Desain Antena Mikrostrip Untuk Komunikasi Satelit Pada Frekuensi Ka-Band," *AVITEC*, vol. 1, no. 2, Jan. 2020, doi: 10.28989/avitec.v2i1.590.
- [11] D. Medianto and M. Y. Hardiman, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Triangular Metode Parasitic Untuk Aplikasi LTE di Frekuensi 2, 3 GHz," *Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercu Buana*, vol. 9, no. 2, pp. 109-116, 2018.
- [12] S. N. Mastura Zainarry, S. J. Chen and C. Fumeaux, "A Pattern-Reconfigurable Single-Element Microstrip Antenna," 2018 IEEE Radio and Antenna Days of the Indian Ocean (RADIO), 2018, pp. 1-2, doi: 10.23919/RADIO.2018.8572360.
- [13] V. Y. Deshmukh and S. S. Chorage, "Review of Reconfigurable Antennas for Future Wireless Communication," *2020 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI)*, 2020, pp. 28-33, doi: 10.1109/ESCI48226.2020.9167528.
- [14] N. O. Parchin, H. J. Basherlou, Y. I. A. Al-Yasir, A. M. Abdulkhaleq, and R. A. Abd-Alhameed, "Reconfigurable antennas: Switching techniques— a survey," *Electronics (Switzerland)*, vol. 9, no. 2. MDPI AG, Feb. 01, 2020. doi: 10.3390/electronics9020336.
- [15] M. F. Ismail, M. K. A. Rahim and H. A. Majid, "The Investigation of PIN diode switch on reconfigurable antenna," 2011 IEEE International RF & Microwave Conference, 2011, pp. 234-237, doi: 10.1109/RFM.2011.6168737.