

**PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP TRUNCATED
CORNER UNTUK APLIKASI LTE 2.300 MHz DENGAN
POLARISASI MELINGKAR**

**DESIGN OF TRUNCATED CORNER MICROSTRIP ANTENNA
FOR LTE 2300 MHz APPLICATIONS WITH CIRCULAR
POLARISATION**

¹Syah Alam, ²Hendrik Wijaya

¹Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. syah.alam@uta45jakarta.ac.id

²Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. wijaya_hendrik91@yahoo.com

Abstrak

Jaringan *Long Term Evolution (4G LTE)* beroperasi pada frekuensi 2.300 MHz dan menggunakan gelombang radio untuk pemancaran dan penerimaan data sinyal. Untuk itu diperlukan antenna sebagai *transceiver* gelombang tersebut. Antena mikrostrip adalah jenis antenna yang sedang berkembang dan banyak digunakan untuk perangkat telekomunikasi modern, salah satunya untuk 4G LTE 2.300 MHz. Antena mikrostrip yang dirancang pada penelitian ini adalah satu elemen *patch* persegi panjang dengan teknik *truncated corner* pada dua tepi *patch* antenna untuk menghasilkan polarisasi melingkar pada frekuensi 2.300 MHz – 2.400 MHz. Jenis substrat yang digunakan adalah FR4 Epoxy *double layer* dengan nilai $\epsilon_r = 4,3$ dan ketebalan 1,6 mm. Teknik pencatutan yang digunakan pada perancangan antenna adalah *microstrip line feed*. Hasil rancangan satu elemen *truncated corner* dapat menghasilkan polarisasi melingkar dengan nilai *axial ratio* ≤ 3 dB. Dari hasil simulasi diperoleh nilai *axial ratio* antenna *truncated corner* sebesar 1,85. Hasil simulasi pada frekuensi tengah 2.300 MHz didapatkan *return loss* sebesar -25,79 dB dengan VSWR 1,11. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa metode *truncated corner* dapat menghasilkan polarisasi melingkar.

Kata Kunci: *Long Term Evolution, truncated corner, microstrip, axial ratio*

Abstract

4G Long Term Evolution (4G LTE) network operates on 2,300MHz and uses radio waves for transmitting and receiving data signals, therefore an antenna is required to function as the wave transceiver. Microstrip antenna is a kind of antenna being developed and widely used for modern telecommunication devices, one of which is 4G LTE 2,300MHz. Microstrip antenna designed for this study is the singlet element of a square patch applying truncated corner technique on the two edges of the antenna patch to produce circular polarization at 2,300MHz – 2,400MHz. The substrate used is FR4 Epoxy double layer with a value of $\epsilon_r = 4.3$ and 1.6mm thick. Rationing techniques applied in the design of the antenna was a microstrip line feed. The design of the truncated corner elements can produce circular polarization in which the axial ratio value is ≤ 3 dB. The simulation showed an axial ratio value of truncated corner antenna in the amount of 1.85, with 13.07% bandwidth. The simulation run on a central frequency 2,300MHz, resulted in return loss of -25.79dB with a VSWR of 1.11. It is concluded that the truncated corner method can produce circular polarization.

Keywords: *Long Term Evolution, truncated corner, microstrip, axial rat*

Tanggal Terima Naskah : 22 Februari 2017
Tanggal Persetujuan Naskah : 17 Mei 2017

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi saat ini semakin pesat, terutama dalam telekomunikasi tanpa kabel (*wireless*). Kebutuhan masyarakat akan kecepatan proses transfer data membuat banyak *provider* telekomunikasi melakukan optimasi jaringan agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Di sisi *user* diperlukan sebuah perangkat penerima yang dapat bekerja pada *bandwidth* lebar agar dapat bekerja untuk beberapa sistem telekomunikasi yang digunakan. Beberapa alokasi frekuensi tersebut adalah DCS berlaku pada pita frekuensi 1.710-1.885 MHz, PCS pada pita frekuensi 1.907,5–1.912,5 MHz, UMTS pada pita frekuensi 1.920- 2.170 MHz, WLAN 2,4 GHz pada pita frekuensi 2.400-2.483,5 MHz, LTE 2,3 GHz [1]. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 28/PER/M.KOMINFO/09/2014 menetapkan bahwa rentang frekuensi 2.300 – 2.400 MHz digunakan untuk sistem komunikasi pita lebar (*Broadband*) [2].

Sistem komunikasi tanpa kabel membutuhkan suatu alat yang dapat berfungsi sebagai pemancar dan penerima (*transmitter* dan *receiver*). Untuk dapat memfasilitasi kebutuhan akan teknologi telekomunikasi yang berkembang saat ini diperlukan perangkat antena yang mampu melakukan penerimaan sinyal di beberapa frekuensi kerja yang berbeda. Untuk menunjang kebutuhan tersebut diperlukan suatu antena yang dapat mendukung komunikasi tanpa kabel tersebut. Salah satu jenis antena yang saat ini banyak digunakan untuk komunikasi tanpa kabel adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki kelebihan, diantaranya bentuk yang kecil, kompak, dan sederhana. Namun, jenis antena ini memiliki beberapa kekurangan, diantaranya *gain* yang rendah, keterarahan yang kurang baik, efisiensi rendah, rugi-rugi hambatan pada saluran pencatu, dan lebar pita yang sempit [3].

Dalam perkembangan saat ini, perangkat telekomunikasi berkembang dengan ukuran yang semakin kecil dan *compact* sehingga mudah disimpan dan dioperasikan. Hal ini menunjukkan perlunya sebuah *device* antena yang memiliki ukuran kecil untuk dapat disisipkan atau dimasukkan ke dalam perangkat telekomunikasi tersebut. Antena mikrostrip sangat cocok untuk dapat diaplikasikan pada perangkat telekomunikasi yang bentuknya kecil, namun kendala yang terjadi adalah efisiensi *bandwidth*, *gain* yang kecil, serta keterarahan yang kurang baik sehingga kualitas dan *level* penerimaan sinyal tidak optimal.

Antena yang banyak digunakan untuk penerima 4G/LTE umumnya menggunakan bentuk *dipole* dengan pola radiasi *omnidirectional* dan polarisasi linear dengan ukuran sekitar 32 cm. Hal ini menunjukkan bahwa dimensi antena yang digunakan masih cukup besar dan memiliki keterbatasan polarisasi sehingga pada saat pelanggan bergerak akan mempengaruhi kualitas penerimaan sinyal. Untuk itu, diperlukan antena dengan polarisasi melingkar agar dapat lebih mengoptimalkan *level* penerimaan sinyal di sisi pelanggan.

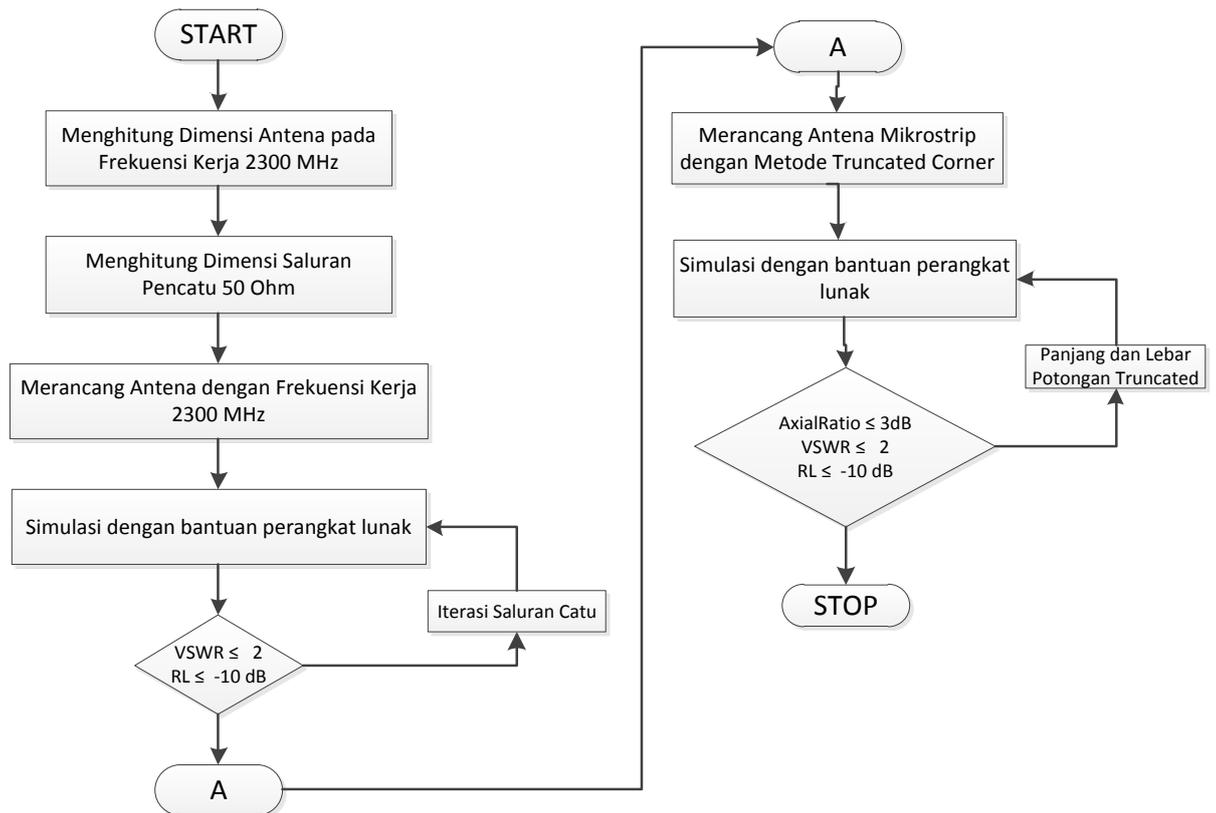
Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perancangan antena mikrostrip untuk aplikasi 4G/*Long Term Evolution* yang memiliki ukuran kompak dengan polarisasi melingkar, dengan *axial ratio* ≤ 3 dB menggunakan teknik *truncated corner*. Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan suatu desain baru pada antena mikrostrip dengan dimensi yang lebih kompak sehingga dapat digunakan sebagai antena penerima sistem komunikasi 4G/LTE; menghasilkan desain antena dengan material yang mudah dan murah; dapat menghasilkan prototipe antena dengan polarisasi melingkar *axial ratio* ≤ 3 dB.

Untuk memperoleh antena mikrostrip yang memiliki polarisasi melingkar digunakan metode *truncated corner* dengan memotong sisi bagian pinggir atas dan bawah antena. Untuk meningkatkan nilai penguatan antena mikrostrip dapat dilakukan dengan menggunakan metode *array*. Metode *array* dilakukan dengan cara menyusun antena

mikrostrip menjadi beberapa *patch* yang dihubungkan dengan saluran pencatu (*microstrip line*). Dalam penelitian sebelumnya, antena mikrostrip yang diberikan metode *truncated corner* dapat menghasilkan *axial ratio* dengan *bandwidth* (≤ 3 dB) sebesar 14 % [4]. Pada penelitian lainnya, metode *truncated corner* berhasil menghasilkan *bandwidth axial ratio* sebesar 202 MHz atau sekitar 23 % [5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan untuk memperoleh desain dan dimensi antena mikrostrip. Tahapan awal adalah menentukan substrat beserta spesifikasi yang digunakan dan frekuensi kerja yang diharapkan. Pada penelitian ini substrat yang digunakan adalah FR 4 Epoxy dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,3 dengan ketebalan substrat (h) = 1,6 mm dan *loss tangen* = 0,0265 sedangkan frekuensi kerja yang diharapkan dari antena yang dirancang adalah 2.300 MHz untuk aplikasi LTE. Tahapan selanjutnya adalah menentukan saluran catu 50 Ohm yang akan digunakan pada perancangan antena mikrostrip *single element*. Setelah diperoleh desain awal antena dilanjutkan dengan melakukan perancangan *truncated corner* untuk menghasilkan *axial ratio* ≤ 3 dB agar menghasilkan polarisasi melingkar. Setelah itu dilakukan proses iterasi agar diperoleh hasil *return loss* ≤ -10 dB dan *VSWR* ≤ 2 sehingga antena dapat bekerja dengan baik pada frekuensi kerja 2.300 MHz. Diagram alir penelitian (*flowchart*) perancangan antena mikrostrip *truncated corner* dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. DESAIN DAN PERANCANGAN ANTENA

3.1 Desain Awal Antena Mikrostrip

Setiap substrat memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Pada penelitian ini substrat yang akan digunakan adalah FR4 (*epoxy*) dengan merk NH. Jenis substrat ini digunakan karena memiliki ketebalan yang cukup kecil, bahan substrat mudah didapatkan, dan memiliki nilai ekonomis bila dibandingkan dengan substrat Taconic TLY-5 tetapi memiliki kerugian, yaitu memiliki konstanta dielektrik yang cukup besar sehingga dapat berpengaruh pada penurunan kinerja antena. Substrat FR4 (*epoxy*) memiliki spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Spesifikasi Substrat yang digunakan

| Jenis Substrat | FR4 (<i>epoxy</i>) |
|--------------------------------------------------|-----------------------|
| Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r) | 4.3 |
| Konstanta Permeabilitas Relatif (μ_r) | 1 |
| <i>Dielectric Loss Tangent</i> ($\tan \delta$) | 0.0265 |
| Ketebalan Substrat (h) | 1.6 mm |
| Konduktifitas Bahan | 5.8×10^7 S/m |

Pada penelitian ini, *patch* yang digunakan adalah bentuk *square* yang memiliki dimensi lebar (W) panjang (L) dimana syaratnya adalah $W = L$. Untuk mendapatkan dimensi panjang dan lebar *patch* antena maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (1), (2), dan (3) [6].

$$W = L = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \dots\dots\dots (1)$$

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

$$\Delta L = 0.412 h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \dots\dots\dots (3)$$

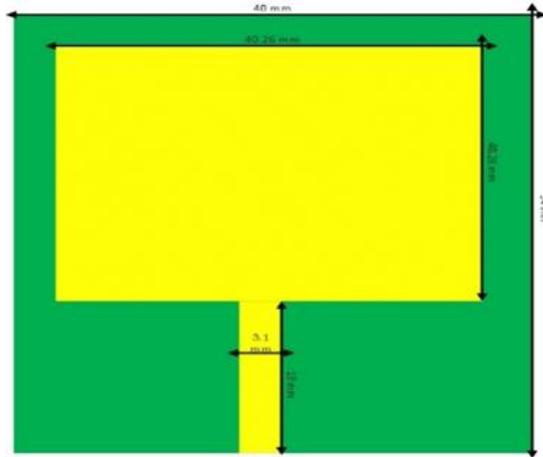
Pada penelitian ini saluran catu yang digunakan adalah *microstrip feed line* dengan nilai pencatu 50 Ohm untuk desain awal satu elemen peradiasi dan metode *truncated corner*. Untuk mendapatkan dimensi lebar saluran catu maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan (4) dan (5) berikut ini [6].

$$Wz = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \dots (4)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} \dots\dots\dots (5)$$

Setelah melakukan perhitungan berdasarkan persamaan matematis tersebut, maka diperoleh ukuran antena mikrostrip sebagai berikut: lebar *patch* (W) sebesar 40,26 mm. panjang *patch* (L) sebesar 40,26 mm. Lebar saluran pencatu yang diberi simbol dengan huruf (Wz) sebesar 3,1 mm. Hasil rancangan satu elemen peradiasi (*patch*) antena mikrostrip seperti terlihat pada gambar 2 berikut ini. Hasil rancangan awal antena berdasarkan perhitungan manual adalah sebagai berikut:

Panjang dan Lebar *patch* (W dan L) = 40,26 mm
 Lebar saluran pencatu 50Ω = 3,1 mm
 Luas *enclosure* = 48 mm × 54 mm

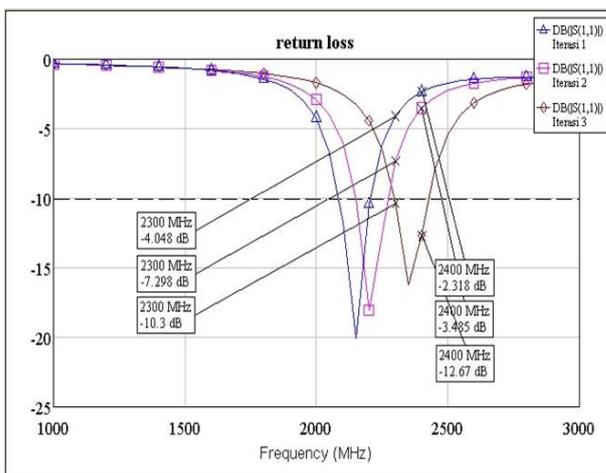


Gambar 3 Desain awal antenna satu elemen peradiasi

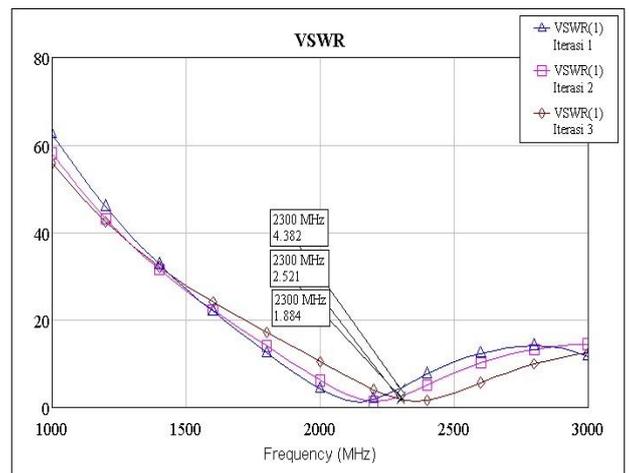
Untuk memperoleh hasil simulasi yang menghasilkan maka dilakukan proses iterasi sebanyak tiga kali, dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini. Hasil perbandingan simulasi *return loss* dan VSWR dari proses iterasi dapat dilihat pada gambar 4 dan 5 berikut ini.

Tabel 2. Hasil iterasi yang telah dilakukan pada *single patch*

| Iterasi | Enclosure | Patch | Frekuensi | Return loss | VSWR |
|---------|---------------|---------------|-----------|-------------|-------|
| Pertama | 48 mm × 54 mm | 34 mm × 34 mm | 2.300 MHz | -4.048 dB | 4.382 |
| Kedua | 48 mm × 54 mm | 32 mm × 32 mm | 2.300 MHz | -7.298 dB | 2.521 |
| Ketiga | 48 mm × 54 mm | 30 mm × 30 mm | 2.300 MHz | -10.25 dB | 1.891 |



Gambar 4 Simulasi *Return Loss* antenna desain awal



Gambar 5 Simulasi VSWR antenna desain awal

Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa pada iterasi ketiga diperoleh hasil terbaik dengan ukuran *enclosure* 48 mm × 54 mm dan ukuran *patch* 30 mm × 30 mm dengan nilai *return loss* -10,25 dB dan VSWR 1,891. Untuk perancangan selanjutnya digunakan dimensi pada iterasi ketiga.

3.2 Desain Antena *Truncated Corner*

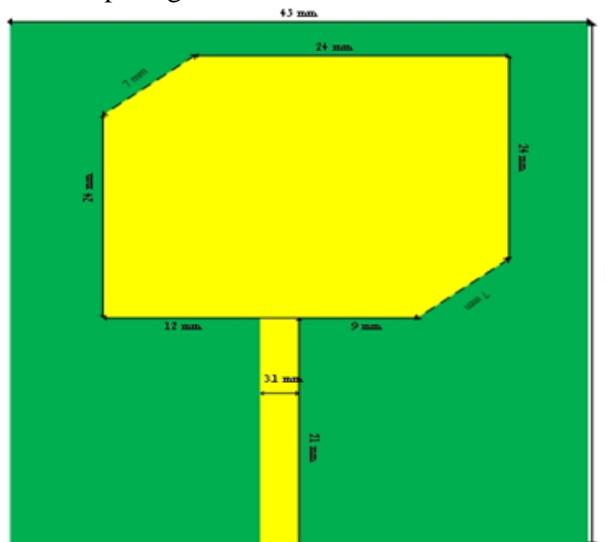
Pemotongan tepi *patch* antena mikrostrip (*truncated corner*) dilakukan secara diagonal dengan minimum panjang pemotongan pada tepi *patch* 2 mm – 10 mm atau dapat menggunakan persamaan (6) berikut ini [7].

$$\Delta L = 1/4 \times L \dots\dots\dots (6)$$

$$\Delta L = 1/4 \times 30 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 7.5 \text{ mm}$$

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (6) diperoleh nilai potongan tepi *patch* antena (ΔL) sebesar 7,5 mm. Desain antena *truncated corner* dengan 2 potongan tepi dapat dilihat pada gambar 6 berikut ini.



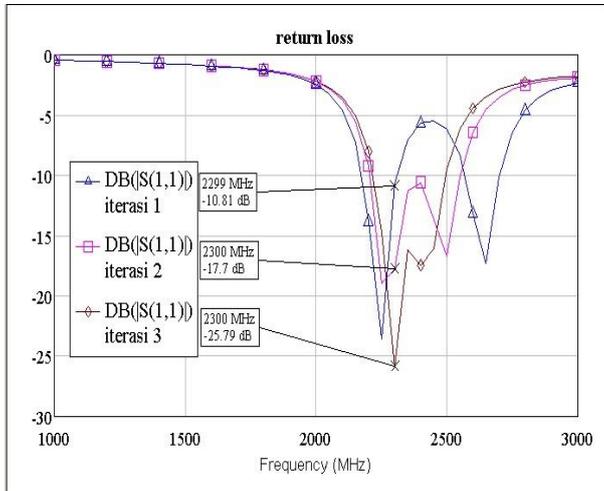
Gambar 6. Desain Antena *Truncated Corner*

Untuk memperoleh nilai simulasi terbaik dan polarisasi melingkar maka dilakukan proses iterasi dengan melakukan perubahan pada dimensi lebar potongan *slit* (ΔL). Iterasi yang dilakukan untuk mendapatkan *return loss* \geq -10 dB pada frekuensi 2.300 MHz, 2.350 MHz, dan 2.400 MHz adalah dengan memodifikasi lebar potongan (ΔL) seperti terlihat pada tabel 3 berikut ini.

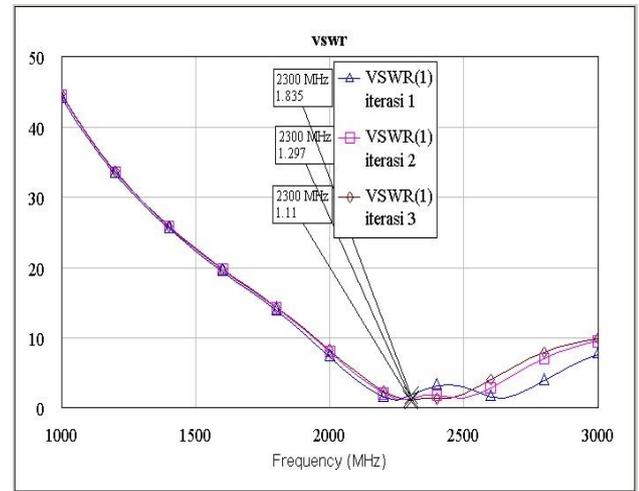
Tabel 3 Iterasi lebar potongan dua *truncated corner*

| Iterasi | Lebar potongan(ΔL) |
|---------|------------------------------|
| Pertama | 10 mm |
| Kedua | 8 mm |
| Ketiga | 7 mm |

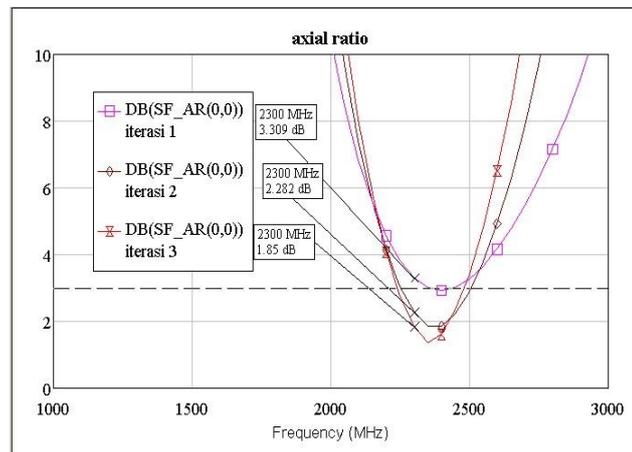
Dari ketiga proses iterasi tersebut diperoleh hasil simulasi *return loss*, VSWR, dan *axial ratio* yang dapat dilihat pada gambar 7, 8, dan 9 sedangkan perbandingan dari tiap iterasi dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini.



Gambar 7 Simulasi Return Loss antenna truncated



Gambar 8 Simulasi VSWR antenna truncated



Gambar 9 Simulasi Axial ratio antenna truncated

Tabel 4. Hasil perbandingan iterasi antenna truncated corner

| Iterasi | Lebar Potongan Tepi (ΔL) | Frekuensi | Return loss | VSWR | Axial ratio |
|---------|------------------------------------|-----------|-------------|-------|-------------|
| Pertama | 10 mm | 2.300 MHz | -10.81 dB | 1.835 | 3.309 |
| Kedua | 8 mm | 2.300 MHz | -17.7 dB | 1.297 | 2.282 |
| Ketiga | 7 mm | 2.300 MHz | -25.79 dB | 1.11 | 1.85 |

Dari hasil perbandingan iterasi pada tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai simulasi terbaik diperoleh pada saat dilakukan iterasi ketiga dengan dimensi lebar potongan tepi (ΔL) sebesar 7 mm dengan nilai *return loss* -25,79 dB dan VSWR 1,1 pada frekuensi kerja 2.300 MHz. Pengaturan lebar potongan tepi pada iterasi ketiga juga berhasil meningkatkan nilai *axial ratio* menjadi 1,85 yang berarti sudah ≤ 3 dB sehingga menghasilkan polarisasi melingkar. Dalam proses akhir penelitian ini dimensi dari *enclosure* antena mikrostrip yang dihasilkan adalah 45 x 54 mm dengan dimensi patch 24 x 24 mm sedangkan untuk dimensi lebar tepi *patch* adalah 7 mm.

4. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil perancangan antenna mikrostrip satu elemen dengan *truncated corner* menghasilkan nilai *return loss* sebesar -25,79 dB dengan VSWR sebesar 1,11 untuk frekuensi tengah 2.300 MHz. Hasil ini diperoleh pada saat melakukan iterasi ketiga dengan mengatur lebar tepi *patch* antenna menjadi 7 mm
- b. Hasil perancangan antenna mikrostrip satu elemen dengan *truncated corner* menghasilkan nilai *axial ratio* sebesar 1,85 pada frekuensi kerja 2.300 MHz
- c. Dimensi dari *enclosure* antenna mikrostrip yang dihasilkan adalah 45 x 54 mm dengan dimensi *patch* 24 x 24 mm sedangkan untuk lebar tepi *patch* adalah 7 mm.
- d. Nilai *axial ratio* terbaik diperoleh dengan melakukan iterasi pada lebar tepi *patch* antenna (ΔL).
- e. Metode *truncated corner* berhasil meningkatkan nilai *axial ratio* antenna ≤ 3 dB sehingga memiliki polarisasi yang melingkar

REFERENSI

- [1] Ditjen Postel. 2006. "Penataan Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel". Jakarta
- [2] Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. 2014. Permenkominfo No.28/PER/M.KOMINFO/09/2014 tentang "Penetapan Pita Frekuensi Radio Untuk Keperluan Layanan Pita Lebar Nirkabel (Wireless Broadcast) Pada Pita Frekuensi 2.3 GHz". Jakarta
- [3] Syah Alam. 2015. "Perancangan Antena Mikrostrip Triangular Untuk Aplikasi WiMaX 2300 dan 3300 MHz". Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer Vol. 04 No.15: 255 – 268.
- [4] Shing Lung Steven Yang, Kai Fong Lee, Ahmed A, Kishk, Kwai Man Luk. 2008. "Design of Wideband Single Feed Truncated Corner Microstrip Patch Antennas for Circularly Polarized Applications". IEEE 978-1-4244-2042-1.
- [5] Amit A. Deshmukh, Divya Singh, Priyanka Verma. 2016 "Analysis and Design of Circular slot cut CornerTruncated Rectangular Microstrip Antenna". International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB16). IEEE 978-1-4673-9745-2.
- [6] Wilson Julius, Syah Alam, Hary Arjadi. 2014. "Analisis Antena Mikrostrip dengan Frekuensi Fixed 2.6 GHz dan 2.3 GHz". Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer Vol. 03 No. 12: 309-321.
- [7] Indra Surjati. 2010. "Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya". Universitas Trisakti.