

# PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN PERIPHERAL SLITS UNTUK APLIKASI TV DIGITAL

## THE DESIGN OF MICROSTRIP ANTENNA WITH PERIPHERAL SLITS FOR DIGITAL TV APPLICATION

Syah Alam<sup>1</sup>, Ikhwannul Kholis<sup>2</sup>

Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

<sup>1</sup>syah.alam@uta45jakarta.ac.id, <sup>2</sup>ikhwanul.kholis@uta45jakarta.ac.id

### Abstrak

Dalam *paper* ini dibahas tentang antena mikrostrip yang dirancang untuk aplikasi TV Digital (DVB T2) pada frekuensi kerja 586 MHz dengan menggunakan metode *peripheral slits*. Metode *peripheral slits* digunakan untuk membuat ukuran antena menjadi lebih kecil dan *compact* sehingga dapat digunakan untuk aplikasi TV Digital DVB T2 untuk kondisi dalam gedung (*indoor*). Antena yang didesain memiliki bentuk *patch* segiempat yang diberi beban beberapa *slit* untuk dapat membuat antena menjadi kecil. Bahan substrat yang digunakan pada perancangan antena ini adalah FR 4 Epoxy yang memiliki nilai konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) = 4,3 dengan ketebalan bahan ( $h$ ) 1,53 mm. Dari hasil simulasi dengan bantuan perangkat lunak diperoleh nilai *return loss* -18,56 dB dengan nilai VSWR 1,269.

**Kata Kunci:** Microstrip, antena, *return loss*, VSWR, *return loss*, *peripheral slits*, *patch*

### Abstract

This paper discussed about the microstrip antenna designed for the Digital TV (DVB T2) application at the working frequency of 586 MHz using *peripheral slits*. The *peripheral slits* method was used to make the antenna size smaller and *compact* so it could be used for the DVB T2 Digital TV applications in the building (*indoor*). The antenna design was a rectangular *patch* which was loaded with the multiple slit to make the antenna small. The substrate materials used in the design of this antenna was Epoxy FR 4 that had a dielectric constant values ( $\epsilon_r$ ) = 4.3 with the material thickness ( $h$ ) of 1.53 mm. The result obtained from the simulation with the help of software was the *return loss* value of -18.56 dB and the VSWR value of 1.269.

**Keywords:** WiMAX, Triangular, Microstrip, Antena, Return Loss, VSWR

**Tanggal Terima Naskah** : 10 Agustus 2015  
**Tanggal Persetujuan Naskah** : 21 Desember 2015

## 1. PENDAHULUAN

Penyiaran televisi digital merupakan suatu teknologi yang tidak dapat dihindari oleh negara-negara manapun di dunia. Perkembangan teknologi penyiaran televisi digital menjadi suatu tuntutan global dimana setiap negara telah dan sedang dalam proses menuju peralihan dari sistem penyiaran analog ke digital. Keuntungan implementasi penyiaran televisi digital, antara lain penerimaan gambar dan suara yang lebih tajam dan

lebih baik, pemakaian frekuensi radio yang lebih efisien [1]. Menghentikan siaran analog akan menghemat penggunaan spektrum frekuensi radio.

Standar penyiaran televisi digital juga telah mengalami perkembangan dari *Digital Video Broadcasting – Terrestrial* (DVB-T) menjadi *Digital Video Broadcasting – Terrestrial second generation* (DVB-T2). Pemerintah melalui Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 05/PER/M.KOMINFO/2/2012 tentang Standar Penyiaran Televisi Digital Terrestrial Penerimaan Tetap Tidak Berbayar (*free-to-air*), menetapkan standar DVB-T2 sebagai standar penyiaran televisi digital *terrestrial free-to-air* di Indonesia [2]. Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia nomor 23/PER/M.KOMINFO/11/2011 menetapkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika tentang rencana induk (*master plan*) frekuensi radio untuk keperluan televisi siaran digital terestrial pada pita frekuensi radio 478 – 694 MHz [3].

Kebutuhan teknologi ini memerlukan suatu perangkat yang dapat bekerja menjalankan fungsi sistem televisi digital tersebut. Salah satu perangkatnya adalah antena yang merupakan elemen penting yang ada pada setiap sistem televisi. Fungsi antena adalah sebagai komponen yang dirancang untuk bisa memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetika. Pemilihan antena yang tepat dan perancangan yang baik akan menjamin kinerja (performansi) sistem tersebut. Setiap aplikasi menuntut suatu karakteristik dari antena yang dipakainya, yang harus didapatkan pada proses perencanaan perancangan antena [4].

Pada umumnya antena televisi menggunakan antena tipe yagi yang sudah banyak diketahui oleh masyarakat. Antena yagi ini mempunyai dimensi dan ukuran yang cukup tebal dan besar, kurang lebih sekitar 1 meter, sehingga biasanya antena ini digunakan sebagai antena *outdoor* (luar ruangan). Selain itu, terdapat juga penelitian [5] yang memanfaatkan antena sebagai penerima televisi digital, yaitu antena kubikal yang termasuk dalam jenis antena kawat untuk penerima televisi digital dengan panjang sekitar 85 cm.

Dapat dilihat bahwa karakteristik dimensi antena yagi dan kubikal yang digunakan untuk penerima televisi digital masih cenderung besar dan kurang optimal sehingga dibutuhkan suatu antena yang mempunyai dimensi yang kompak. Salah satu antena yang mempunyai dimensi optimal dan kompak adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip merupakan antena yang tersusun atas bagian lapisan tipis konduktor berbahan metal dan logam di atas sebuah *substrat* yang dapat merambatkan gelombang elektromagnetik dan pada salah satu sisi lain dilapisi konduktor sebagai bidang pentanahan. Antena mikrostrip mempunyai bentuk yang sederhana, efisien, ekonomis, dan mudah pembuatannya. Keunggulan antena mikrostrip tersebut yang melatarbelakangi perancangan antena mikrostrip sebagai penangkap siaran televisi digital. Namun demikian, antena mikrostrip mempunyai kelemahan yang sangat mendasar, yaitu *bandwidth* yang sempit, keterbatasan *gain*, dan daya yang rendah [6]. Semakin kecil frekuensi maka semakin besar dimensi antena mikrostrip tersebut.

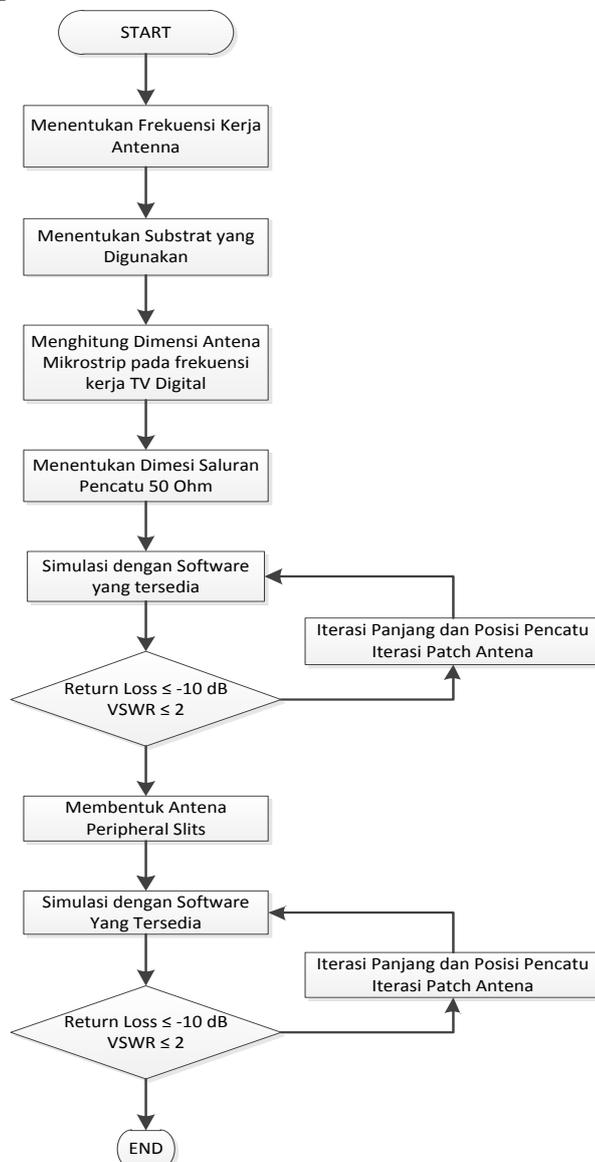
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan dan merealisasikan antena mikrostrip untuk aplikasi antena penerima televisi digital yang bekerja pada frekuensi 586 MHz dengan menggunakan teknik *peripheral slits* yang dicatu dengan saluran mikrostrip. Manfaat dari penelitian ini adalah 1). menghasilkan suatu desain baru pada antena mikrostrip dengan dimensi yang lebih kompak, sehingga dapat digunakan sebagai antena penerima televisi digital, 2). menghasilkan desain antena dengan material yang mudah dan murah, 3). dapat menghasilkan prototip antena dengan performansi yang baik.

## 2. DESAIN ANTENA

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Proses perancangan antenna dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari menentukan frekuensi kerja yang diinginkan, menentukan substrat yang akan digunakan. Setelah beberapa hal tersebut dilakukan maka perancangan antenna sudah dapat dilakukan, yaitu menentukan dan menghitung dimensi *patch*, menghitung dimensi pencatu, dan melakukan simulasi antenna yang telah dirancang.

Pada penelitian ini diperoleh prototipe antenna penerima televisi digital dengan teknik *peripheral slits* yang dicatu dengan saluran mikrostrip. Adapun indikator parameter antenna mikrostrip yang akan dicapai antara lain meliputi parameter *return loss*, VSWR dan lebar pita, pola radiasi. Parameter *return loss* yang diharapkan adalah  $\leq -10$  dB, VSWR  $< 2$  dan pola radiasi omnidirectional dengan hanya menggunakan satu lapis substrat. Gambar 1 menunjukkan diagram alir perancangan antenna. Pada penelitian sebelumnya teknik *peripheral slits* berhasil mereduksi ukuran *patch* antenna dengan nilai yang signifikan [7].



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## 2.2 Perancangan Antena

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 yang mudah didapatkan dan memiliki nilai ekonomis bila dibandingkan dengan substrat *Taconic TLY-5* tetapi memiliki kekurangan, yaitu 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 ( $\epsilon_r$ )	4,3
Konstanta Permeabilitas Relatif ( $\mu_r$ )	1
<i>Dielectric Loss Tangent</i> ( $\tan \delta$ )	0,0265
Ketebalan Substrat (h)	1,6 mm
Konduktifitas Bahan	$5,8 \times 10^7$ S/m

### 2.2.1 Perancangan Impedansi dan Dimensi Pencatu

Saluran pencatu yang digunakan pada antena ini adalah mikrostrip *line* dengan nilai impedansi sebesar 50 Ohm menggunakan teknik pencatuan tidak langsung. Dimensi saluran catu dapat dihitung dan disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak PCAAD.

### 2.2.2 Saluran Pencatu 50 $\Omega$

Pencatu 50  $\Omega$  digunakan sebagai pencatu utama dari antena rancangan yang akan terhubung dengan konektor SMA *female*. Lebar pencatu 50 Ohm dapat dicari dengan persamaan 1 dan persamaan 2.

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \epsilon_r} \dots\dots\dots(1)$$

$$= \frac{60 \Pi^2}{100 \sqrt{4,3}}$$

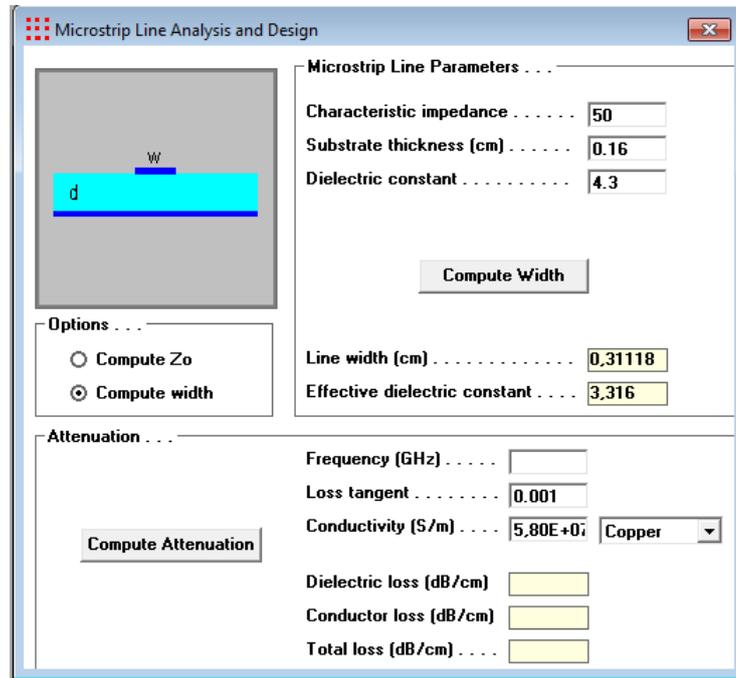
$$= 5,7$$

$$W = \frac{2h}{\pi} B - 1 - \ln 2B - 1 + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \ln B - 1 + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \dots(2)$$

$$= \frac{2 \times 0,0016}{\Pi} \{ 5,71 - 1 - \ln (2 \times 5,71 - 1) + \frac{4,3 - 1}{2 \times 4,3} [\ln (5,71 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,3}] \}$$

$$= 0,331 \text{ cm}$$

Dengan menggunakan program *PCAAD*, akan didapatkan lebar pencatu seperti pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Tampilan hasil program PCAAD untuk mencari lebar pencatu 50 Ω

Dengan memasukkan parameter-parameter, seperti impedansi, tebal, substrat, dan *dielectric constant*, didapatkan lebar pencatu sebesar 0,311 cm atau 3,11 mm. Untuk menyesuaikan dengan ukuran *grid* yang dipakai pada *Microwave AWR 2004*, lebar ini dibulatkan menjadi 0,31 cm atau 3,1 mm.

### 2.2.3 Penentuan Dimensi Awal Antena

Setelah mendapatkan spesifikasi mengenai substrat yang diinginkan, kemudian dilakukan perancangan *patch* peradiasi antena mikrostrip. Antena ini dirancang pada frekuensi kerja 586 MHz (478 - 694 MHz). Langkah awal perancangan *patch* antena dilakukan dengan menentukan dimensi dari *patch* tersebut. Perhitungan panjang *patch* persegi panjang dapat dihitung berdasarkan rumus 3 berikut ini.

$$W = \frac{C}{2 (Fr) \frac{(\epsilon_r + 1)}{2}} \dots \dots \dots (3)$$

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 (586 \times 10^6) \frac{(4,3 + 1)}{2}}$$

$$W = 12,34 \text{ cm} = 123,4 \text{ mm}$$

Konstanta dielektrik efektif dan panjang efektif antena mikrostrip dapat dihitung berdasarkan rumus 4 dan rumus 5.

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_{r+1}}{2} + \frac{\epsilon_{r-1}}{2} \frac{1}{1 + 12 h/W} \dots\dots\dots(4)$$

$$\epsilon_e = \frac{4,3+1}{2} + \frac{4,3-1}{2} \frac{1}{1+12 (0.16) /12,34}$$

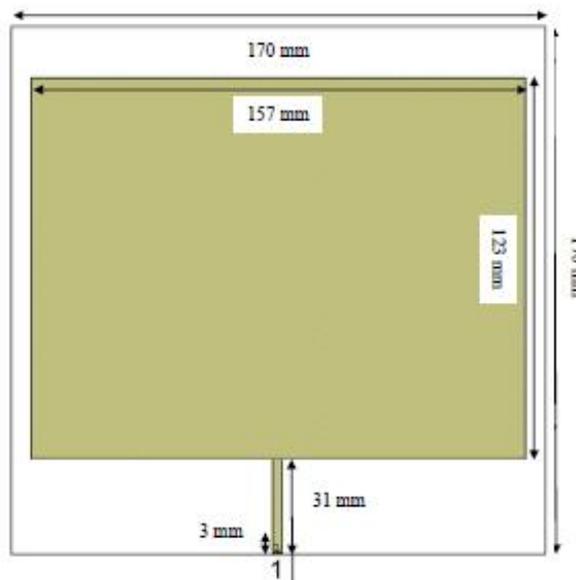
$$\epsilon_e = 4,189$$

$$L_{eff} = \frac{C}{2 (Fr) \epsilon_e} \dots\dots\dots(5)$$

$$L_{eff} = \frac{3 \times 10^8}{2 (586 \times 10^6) \frac{4,189}{2}}$$

$$L_{eff} = 157,2 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dan dilakukan desain awal menggunakan perangkat lunak AWR *Microwave Office* 2004, didapatkan ukuran *patch* berbentuk segi empat yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain awal antenna segiempat untuk frekuensi 586 MHz

Dari rancangan antenna dengan *stub* dilakukan simulasi untuk memperoleh nilai *return loss* dan VSWR menggunakan perangkat lunak AWR *Microwave Office*. Adapun hasil simulasi dapat dilihat dari gambar 5 dan 6.

**2.2.4 Perancangan Antena Segiempat dengan *Stub***

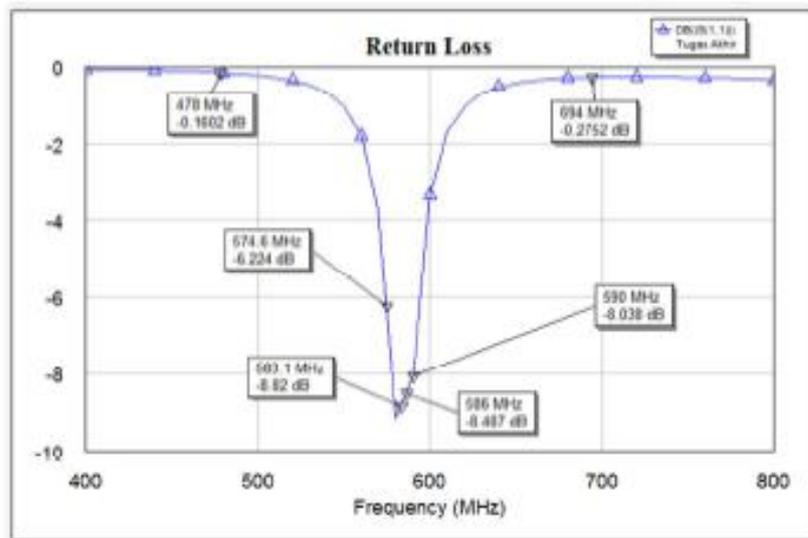
Antena yang dirancang dengan ukuran berdasarkan perhitungan belum memiliki kondisi kesesuaian yang tepat. Untuk mendapatkan keadaan yang sesuai dengan nilai *return loss*  $\geq -10$  dB dan VSWR  $\geq 2$  maka dilakukan iterasi pada pencatu, salah satunya dengan menambahkan *stub* pada pencatu. Penambahan sebuah *stub matching* memiliki pengaruh terhadap kesesuaian impedansi antara saluran transmisi dengan beban. Kondisi



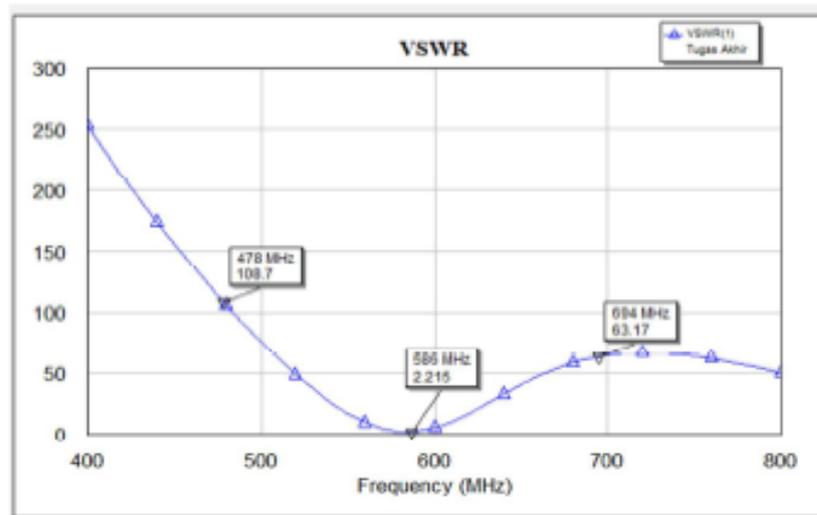
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Simulasi Rancangan Awal Antena

Setelah *patch* pertama selesai didesain maka dilakukan proses simulasi untuk mendapatkan parameter VSWR dan *return loss* dari *patch* berdasarkan perhitungan. Parameter *return loss* dan VSWR dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Hasil simulasi *return loss* rancangan awal antenna

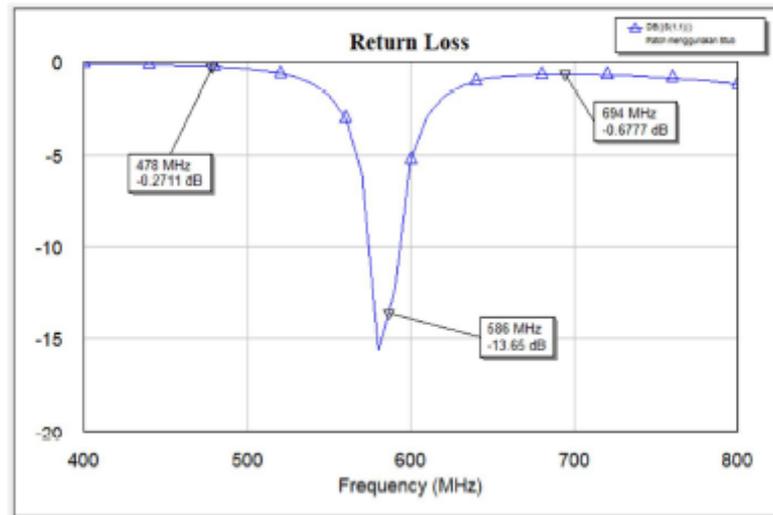


Gambar 7. Hasil simulasi VSWR rancangan awal antenna

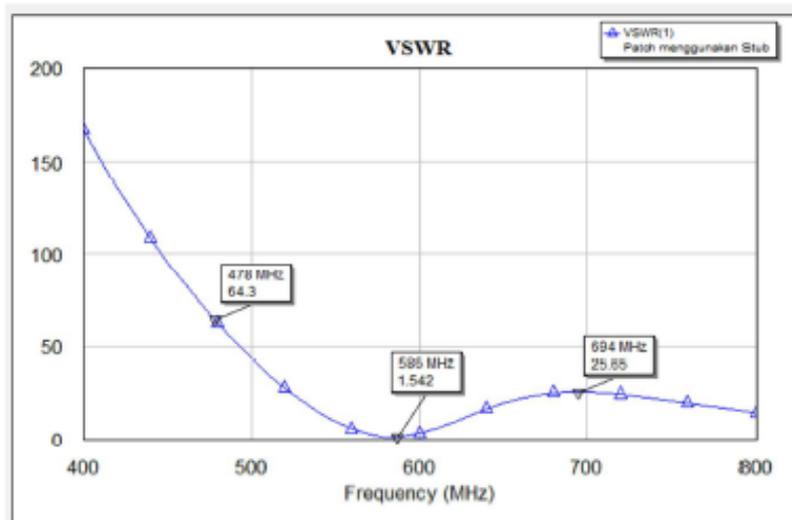
Hasil simulasi tersebut menunjukkan parameter VSWR dan *return loss* dari *patch* berdasarkan perhitungan. Dari Gambar 5 dan 6 terlihat bahwa *patch* berdasarkan perhitungan ini belum dalam keadaan *matching* dengan nilai VSWR 2,215 dan *return loss* -8,437 dB pada frekuensi kerja yang telah ditentukan, yaitu 586 MHz. Untuk membuat *patch* ini menjadi bekerja di frekuensi yang diinginkan maka perlu dilakukan penyesuaian pada *patch* yang sesuai dengan perhitungan ini, yaitu dengan mengubah ukuran *patch*, mengubah ukuran *enclosure*, menggeser letak pencatu, dan memberikan elemen tambahan pada saluran pencatu. Dengan melakukan penyesuaian tersebut diharapkan mendapatkan frekuensi kerja yang tepat, yaitu pada frekuensi 586 MHz.

### 3.2 Simulasi Antena dengan *Stub*

Dari rancangan antena dengan *stub* dilakukan simulasi untuk memperoleh nilai *return loss* dan *VSWR* menggunakan perangkat lunak AWR *Microwave Office*. Adapun hasil simulasi dapat dilihat dari gambar 8 dan 9 berikut ini.



Gambar 8. Hasil simulasi *return loss* antena dengan *stub*



Gambar 9. Hasil simulasi *VSWR* antena dengan *stub*

Hasil simulasi tersebut diperoleh dengan melakukan penambahan *stub* pada saluran pencatu. Pada Gambar 5 dan Gambar 6 terlihat bahwa antena persegi panjang dengan menggunakan *stub* memiliki keadaan yang sesuai dengan nilai *return loss* sebesar -13,65 dB dan nilai *VSWR* 1,542 pada frekuensi kerja 586 MHz. Namun, dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa antena masih memiliki dimensi yang cukup besar dengan ukuran *enclosure* sebesar (170 x 170) mm dan ukuran *patch* sebesar (157 x 122) mm. Oleh karena itu, untuk mendapatkan dimensi antena yang lebih optimal maka pada tahap selanjutnya dilakukan perancangan antena menggunakan teknik *peripheral slits*, yaitu dengan membuat beberapa belahan (*slits*) pada sisi-sisi *patch* antena.

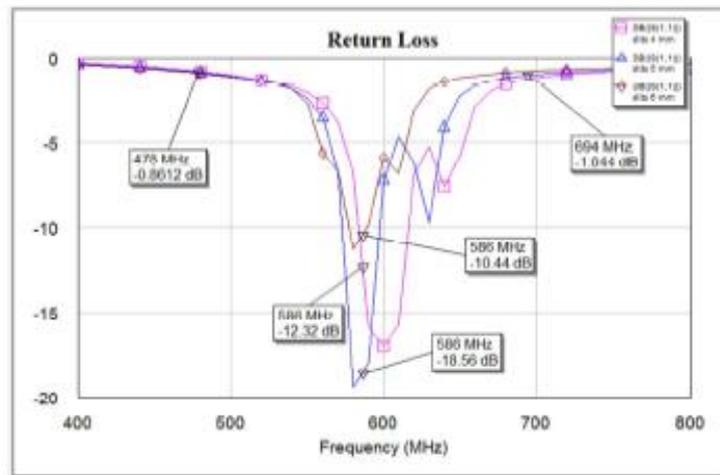
### 3.3 Simulasi Antena dengan *Peripheral Slits*

Dari beberapa iterasi yang telah dilakukan diharapkan antena dapat bekerja sesuai dengan frekuensi dan memiliki parameter *return loss*  $\leq 10$  dB dan *VSWR*  $\leq 2$ . Iterasi dilakukan dengan mengubah lebar dan panjang *slits* yang dibuat. Tabel 2 menunjukkan hasil terbaik dari iterasi yang telah dilakukan dengan lebar celah masing-masing *slits* yang berbeda.

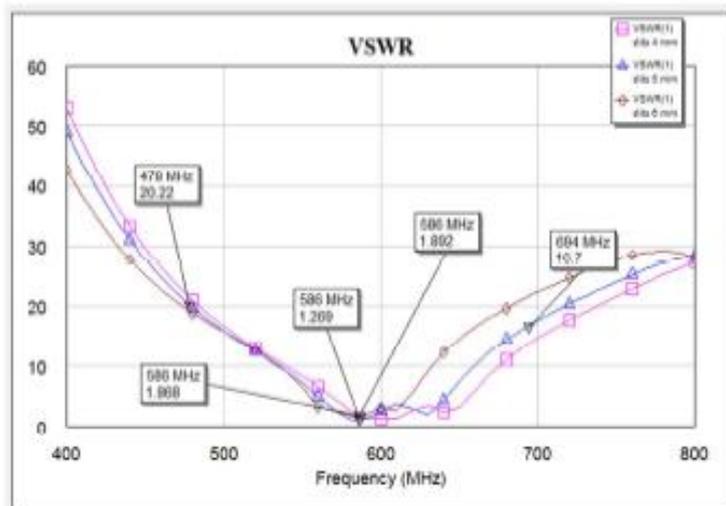
Tabel 2. Iterasi lebar celah *Slits*

Lebar Celah <i>Slits</i>	Panjang <i>Slits</i>					
	a	b	c	d	e	f
4 mm	25,5 mm	20 mm	22,5 mm	20 mm	24 mm	26,5 mm
5 mm	25,5 mm	20 mm	22,5 mm	20 mm	24 mm	26,5 mm
6 mm	25,5 mm	20 mm	22,5 mm	20 mm	24 mm	26,5 mm

Dari iterasi yang dilakukan pada simulasi dapat dilihat parameter *Return Loss* dan *VSWR* seperti terlihat pada Gambar 10 dan 11 .



Gambar 10. Hasil simulasi *return loss* antena dengan iterasi *slits*



Gambar 11. Hasil simulasi *VSWR* antena dengan iterasi *slits*

Hasil simulasi tersebut menunjukkan parameter *VSWR* dan *return loss* dari beberapa iterasi *patch* persegi panjang yang sudah ditambahkan *peripheral slits*. Dari

Gambar 10 dan Gambar 11 terlihat bahwa *patch* persegi panjang dengan *peripheral slits* yang sudah dalam keadaan *matching* dengan nilai VSWR 1,269 dan *return loss* -18,56 dB adalah dengan lebar *slits* 5 mm.

### 3.4 Analisis Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi *return loss* dan VSWR pada iterasi *slit* antenna dapat dianalisis bahwa ukuran *slit* antenna sangat menentukan nilai kedua parameter tersebut. Adapun tabel hasil simulasi pada iterasi antenna adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil simulasi iterasi lebar celah *slits*

Lebar Celah <i>Slits</i>	Nilai <i>Return Loss</i>	Nilai VSWR
4 mm	-12,32 dB	1,868
5 mm	-18,56 dB	1,269
6 mm	-10,44 dB	1,892

Nilai yang tertera pada tabel 3 menunjukkan bahwa lebar *slit* 5 mm menghasilkan nilai *return loss* dan VSWR yang lebih baik dibanding dengan lebar *slit* 4 mm dan 6 mm. Untuk itu, antenna yang dirancang menggunakan lebar celah *slit* 5 mm dengan nilai *return loss* -18,56 dB dan VSWR 1,269. Selain hasil simulasi tersebut, ukuran *enclosure* dan *patch* antenna mengalami perubahan yang sangat signifikan dari perancangan awal maupun perancangan dengan menggunakan *stub*. Hal ini dapat dilihat dari tabel 4 berikut.

Tabel 4. Ukuran *enclosure* dan *patch* antenna

Jenis Desain	Ukuran <i>Enclosure</i> (mm)	Ukuran <i>Patch</i> (mm)
Desain Antena Awal	170 x 170	157 x 123
Desain Antena Dengan <i>Stub</i>	170 x 170	157 x 122
Desain Antena dengan <i>Peripheral Slits</i>	120 x 90	81,75 mm

Dimensi antenna dengan teknik *peripheral slits* ini tereduksi hingga 62,6% sehingga mendapatkan dimensi akhir yang optimal, yaitu dengan ukuran *enclosure* sebesar 120 x 90 mm dan ukuran *patch* antenna sebesar 81 x 75 mm.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisis pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa antenna yang dirancang dapat bekerja dengan baik pada frekuensi kerja TV Digital (586 MHz) dilihat dari nilai *return loss* -18,56 dB dan VSWR 1,269 dengan menggunakan celah *slit* 5 mm
2. Teknik *peripheral slits* berhasil diterapkan untuk memperkecil ukuran *enclosure* dan *patch* pada antenna mikrostrip. Hal ini dapat dilihat bahwa Dimensi antenna dengan teknik *peripheral slits* tereduksi hingga 62,6% sehingga diperoleh dimensi akhir yang optimal, yaitu dengan ukuran *enclosure* sebesar 120 x 90 mm dan ukuran *patch* antenna sebesar 81 x 75 mm.

## REFERENSI

- [1]. Seminar Kementrian Komunikasi Dan Informatika Direktorat Jenderal Penyelenggaraan Pos Dan Informatika. “Indonesia Goes Digital Komunikasi Informasi”, Jakarta: Kominfo, hlm. 1-15, 2012.
- [2]. Peraturan Menkominfo No. 23/PER/M.KOMINFO/11/2011 tentang Standar Penyiaran Televisi Digital Terrestrial Penerimaan Tetap Tidak Berbayar (*Free-To-Air*). hlm. 1-3.
- [3]. Peraturan Menkominfo No. 23/PER/M.KOMINFO/11/2011 tentang Rencana Induk (*Masterplan*) Frekuensi Radio Untuk Keperluan Televisi Siaran Digital Terrestrial Pada Pita Frekuensi Radio 478 – 694 MHz. hlm. 1-10.
- [4]. Mudrik Alaydrus. 2011. “Antena Prinsip & Aplikasi”. Graha ilmu, Yogyakarta.
- [5]. Henry Candra, 2013 . “*Desain Antena Kubikal 600 MHz Sebagai Antena Penerima Siaran Televisi Indoor/Outdoor*”. Penelitian Kemitraan YPPTI. Universitas Trisakti. Jakarta.
- [6]. Indra Surjati. 2010. “Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya”. Universitas Trisakti.
- [7]. Indra Surjati et al, “Antena Peripheral Slits Berbentuk Cincin Persegi Dengan Pencatutan Electromagnetic Coupled”, Seminar Nasional Microwave, Antena dan Propagasi (SMAP) 2013, Departemen Teknik Elektro FT Universitas Indonesia, Oktober 2013