

## Rancang Bangun Antena Mikrostrip dengan Metamaterial CSRR untuk Penerima TV Digital

Dina Mariani<sup>1</sup>, Yanuar Mahfudz Safarudin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang

<sup>1</sup>Jl. Kasipah No. 12, Semarang

\*Corresponding Author: dina\_burenk@polines.ac.id

**Abstract**— Digital television technology has more benefit than analog television, for example several TV channel may included in one frequency channel. The changing from analog to digital televisions system require more innovative antenna parameter such as working frequency, bandwidth, return loss, VSWR, and gain. In other hand, the size of the antenna must be minimalized, so it can be integrated inside digital television. This research used metamaterial element of *Complementary Split Ring Resonator* (CSRR) method with negative permittivity that manufactured in the patch and Double Pole Ground Plane in the ground side. The antenna ad 478-694 operating frequency. Antenna design and simulation using CST (Computer Simulation Technology) Microwave Studio 2012. The result show that return-loss value  $< -10$  dB, and VSWR  $\leq 2$  at 478-625 MHz range of frequency. Te value of gain is 3.27 dBi, it has 147 MHz bandwidth, and omnidirectional radiation pattern.

**Keywords** —Digital TV, microstrip antenna, CSRR.

**Intisari**— Teknologi TV Digital memiliki kelebihan dibandingkan dengan siaran analog,dimana satu kanal frekuensi bisa digunakan untuk beberapa program siaran dengan kualitas jauh lebih baik. Perubahan sistem penyiaran televisi dari sistem analog menjadi sistem digital akan memepengaruhi unjuk kerja antena sistem penerima yang digunakan yaitu: frekuensi kerja, lebar *bandwidth*, *return loss*, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) dan *gain* antena, apalagi di era yang serba digital seperti saat ini, dibutuhkan rancangan inovatif dari sistem antena penerima televisi digital yaitu berupa antena internal yang terintegrasi pada bagian dalam sistem penerima sehingga miniaturisasi antena adalah proses yang diperlukan untuk memperoleh rancangan yang optimal. Metode yang dipilih untuk miniaturisasi antena adalah dengan pemanfaatan elemen metamaterial *Complementary Split Ring Resonator* (CSRR) dengan permitivitas negatif yang dicetak pada *patch* dan elemen *Double Pole Ground Plane* pada *ground plane* antena mikrostrip yang diaplikasikan pada frekuensi kerja 478-694 MHz. Perancangan dan simulasi antena menggunakan CST (*Computer Simulation Technology*) *Microwave Studio* 2012. Hasil yang diperoleh yaitu nilai return loss  $< -10$  dB dan VSWR  $\leq 2$  pada rentang frekuensi 478-625 MHz, gain 3.27 dBi dan lebar bandwidth 147 MHz serta pola radiasi *omnidirectional*.

**Kata kunci** — TV Digital, antena mikrostrip, CSRR.

### I. PENDAHULUAN

Semenjak tahun 2006, telah tercatat beberapa negara yang telah melakukan *Analog*

*Switch Off* (ASO), periode dimana siaran analog dihentikan dan diganti dengan siaran digital. Negara-negara yang telah beralih ke sistem

penyiaran digital secara total diantaranya adalah luxemburg (2006), Netherland (2006), Finland (2008), Andorra (2008), Sweden (2008), Norway (2008), Switzerland (2007), Belgium (2008), Germany (2008), United State (2009), France (2010), Japan (2011), Kanada (2011), negara-negara Arab (2012), Inggris (2012), Irlandia (2012), Australia (2013). Seluruh negara di dunia lainnya termasuk di kawasan ASEAN juga sedang melakukan proses transisi ke penyiaran digital. Indonesia sendiri akan melakukan ASO secara total pada tahun 2018. Hal ini membuktikan bahwa teknologi penyiaran berkembang begitu pesat [1].

Berbicara tentang penyiaran tentu tidak terlepas dari Televisi yang merupakan perangkat elektronik yang mampu mengatasi kebutuhan manusia akan segudang informasi dari berbagai area. Kebutuhan manusia yang semakin tinggi menjadi penyebab diperlukannya teknologi yang semakin canggih dan praktis melebihi televisi analog yang ada saat ini. Televisi analog memberikan batasan jumlah kanal yang dibutuhkan karena dipancarkan secara langsung melalui gelombang elektromagnetik. Berbeda hal dengan televisi digital, gambar dan suaranya sebelum dipancarkan akan dikonversi kedalam bit-bit informasi yang terkomputerisasi dan terkompresi. Frekuensi sistem penyiaran digital dapat diterima menggunakan antena, kabel, perangkat satelit dan koneksi jalur internet berkecepatan tinggi. Selanjutnya akan dikonversi balik kedalam gambar dan suara oleh dekoder pada perangkat penerima [2].

Perubahan sistem penyiaran televisi dari sistem analog menjadi sistem digital tentunya akan mempengaruhi unjuk kerja antena sistem penerima yang digunakan. Apalagi di era yang serba digital seperti saat ini, sangat diperlukan rancangan inovatif dari sistem antena penerima televisi digital. Salah satunya yakni dapat berupa antena internal yang terintegrasi pada bagian dalam sistem penerima TV. Selain tidak memerlukan ruang tambahan, antena internal juga cukup mudah dalam penggunaannya karena tidak memerlukan pemasangan atau penginstalan manual perangkat terlebih dahulu oleh konsumen atau pemakai. Oleh karena itu, jenis antena internal yang paling sesuai untuk kondisi

tersebut adalah antena mikrostrip dikarenakan ukurannya yang kecil, berbentuk pipih, *compactness*, *low profile*, ringan dan biaya perakitannya yang cukup murah [3]. [4] Terlebih lagi, dikarenakan perakitannya yang didasarkan pada teknik rangkaian tercetak, antena mikrostrip dapat diintegrasikan dengan rangkaian IC lainnya di dalam sebuah televisi. Salah satu teknik yang dikembangkan untuk memperoleh antena dengan karakteristik yang diinginkan yaitu dengan penggunaan struktur metamaterial.

Secara umum metamaterial dapat didefinisikan sebagai struktur elektromagnetik yang direkayasa untuk mencapai karakteristik tertentu. Sifat ini telah digunakan dalam teknik *microwave* untuk mengembangkan divais dengan sifat tertentu seperti miniaturisasi atau dapat beroperasi pada *multiband* frekuensi.

Terdapat beberapa teknik untuk meminiaturisasi antena mikrostrip, diantaranya dengan slot loading, yaitu dengan menggunakan beban *Complementary Split Ring Resonator* (CSRR), dengan menggunakan metode *Composite Right/Left Handed* (CRLH) metamaterial yaitu tipe *Mushroom structure*, *Electrognetic Bandgap* (EBG), *fractals*, *bending and folding*, *meander line* yaitu dengan desain *Zeroth Order Resonator* (ZOR). Teknik miniaturisasi antena yang dipilih adalah *Complementary Split Ring Resonator* (CSRR) karena mudah dalam perancangannya dan proses fabrikasi mudah serta biaya fabrikasinya juga murah. Penggunaan elemen metamaterial CSRR memiliki beberapa keuntungan, diantaranya memperlebar bandwidth antena [5][6] dan miniaturisasi dimensi antena [7].

Dengan menilai karakteristik kinerja antena mikrostrip yang cukup memungkinkan sebagai antena internal untuk penerima TV Digital maka memberikan titik fokus penelitian pada antena mikrostrip. Untuk itulah penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun antena internal mikrostrip dengan *metamaterial Complementary Split Ring Resonator* (CSRR) pada penerima TV Digital.

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yaitu Pelebaran Bandwidth Antena Mikrostrip pada Ffrekuensi

478 – 694 MHz dengan Memperkecil Ground Plane.

## II. METODE PENELITIAN

Antena yang telah dirancang berada pada pita frekuensi 478 MHz - 694MHz atau pada band *Ultra High Frequency*(UHF), sesuai dengan aplikasi penerima TV siaran digital terestrial. Antena diimplementasikan sebagai antena internal pada penerimaan sistem TV digital. Dalam perancangan ini telah dibuat antena mikrostrip dengan *Double-Pole Ground Plane Mrtamaterial CSRR* dengan menggunakan *software CST Microwave Studio 2012*. Selain itu telah dibuat prototipe antena agar dapat dilakukan pengujian secara langsung untuk membandingkan antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran prototipe. Perancangan antena ini pada pencapaiannya diinginkan sebagai antena yang pola radiasinya bersifat *omnidirectional*, yakni memiliki pola dalam bidang tertentu (*azimuth*) dan pola terarah dalam bidang orthogonal (*deviasi*)

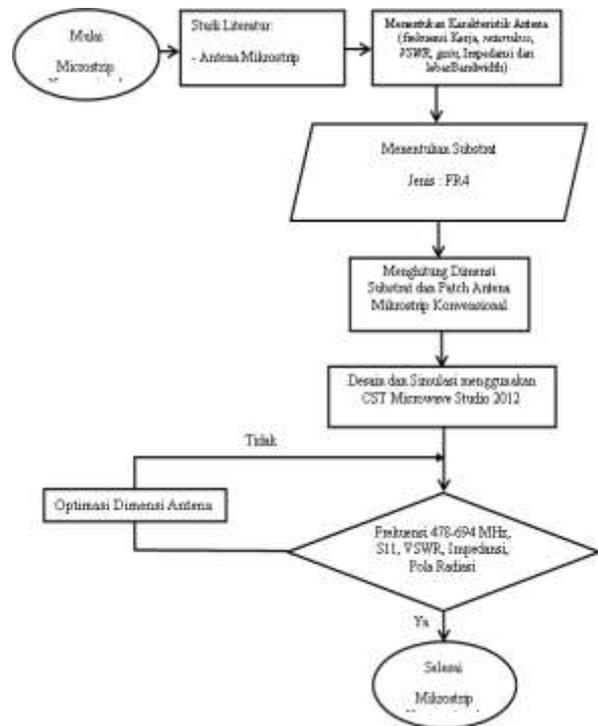
Perancangan antena ini menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras digunakan untuk fabrikasi dan pengukuran antena, sedangkan perangkat lunak digunakan untuk melakukan simulasi dan mengetahui karakteristik atau kinerja antena yang dirancang. Berikut daftar perangkat yang digunakan yang dapat dilihat pada Tabel 1:

**Tabel 1.** Perangkat Perancangan

| Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| Substrat dielektrik FR-4            | $\epsilon_r = 4.3$ |
| <i>Anechoic Chamber</i>             | 1 unit             |
| <i>Network Analyzer</i>             | 1 unit             |
| Connector RCA 75 $\Omega$           | 1 buah             |
| Kabel Coaxial 75 $\Omega$           | 1 buah             |
| Solder                              | 1 buah             |
| Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) |                    |

|                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
| CST Microwave Studio 2012 | Aplikasi untuk mendesain antena |
|---------------------------|---------------------------------|

Gambar 1 menunjukkan *framework* perancangan antena mikrostrip:



**Gambar 1.** *framework* perancangan antena mikrostrip

Tahapan pertama perancangan antena yaitu menentukan karakteristik antena yang diinginkan, dimana telah diperlihatkan diagram alir seperti pada Sub Bab 3.1. Karakteristik antena yang dimaksud yaitu frekuensi kerja, *return loss*, impedansi, *VSWR*, *bandwidth*, gain dan pola radiasi. Pada perancangan ini diharapkan dapat memberikan karakteristik hasil yang diinginkan seperti pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 1.** Karakteristik Antena

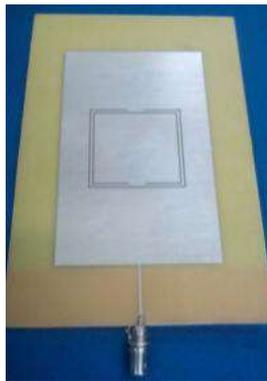
| Karakteristik Antena |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|
| Frekuensi kerja      | (478-694) MHz                       |
| <i>Return Loss</i>   | < -10 dB                            |
| Impedansi            | 75 $\Omega$ (koaksial konektor SMA) |
| VSWR                 | $\leq 2$                            |
| <i>Bandwidth</i>     | 216 MHz                             |

|              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| Gain         | 2-3 dBi                       |
| Pola Radiasi | Omnidirectional               |
| Polarisasi   | Linear<br>Horizontal/Vertical |

**Tabel II.** Spesifikasi Substrat

| Parameter                                 | Value | Unit |
|---|-------|------|
| Permittivitas Dielektrik ( $\epsilon_r$ ) | 4.3   |      |
| Tebal Substrat                            | 0.8   | mm   |
| Tebal Tembaga                             | 0.035 | mm   |

Berdasarkan hasil perancangan pada software CST Microwave Studio 2012 seperti terlihat pada Gambar, maka dibuat prototipe antena mikrostrip DP-GP CSRR. Dimensi prototipe antena adalah 214 mm x 134 mm.



**Gambar 2.** Prototipe Antena Mikrostrip *Double Pole-Ground Plane* CSRR Tampak Depan



**Gambar 3.** Prototipe Antena Mikrostrip *Double Pole-Ground Plane* CSRR Tampak Belakang

### III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil pengukuran nilai *return loss* prototipe antena ditunjukkan pada Gambar

berikut, dimana nilai *S11* berada dibawah -10 dB pada rentang frekuensi 400 MHz – 625 MHz. Lebar bandwidth dari antena prototipe DP-GP CSRR sekitar 225 MHz.



**Gambar 4.** Nilai Return Loss Hasil Pengukuran Protipe Antena Mikrostrip DP-GP CSRR

Nilai *return loss* untuk desain Antena DP-GP CSRR pada rentang frekuensi 539 MHz – 692 MHz memiliki nilai *return loss* dibawah -10 dB sedangkan untuk hasil pengukuran prototipe diperoleh nilai *return loss* dibawah -10 dB pada rentang frekuensi 400 MHz – 625 MHz. Nilai *S11* hasil pengukuran prototipe antena jauh lebih bagus dibandingkan nilai *S11* hasil simulasi akan tetapi frekuensinya bergeser ke kiri.



**Gambar 5.** Impedansi Hasil Pengukuran Protipe Antena Mikrostrip DP-GP CSRR.

Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran impedansi *input* antena prototipe. Grafik menunjukkan nilai impedansi dalam bentuk real dan imajiner. Bagian real merupakan resistansi masukan yang menyatakan

daya yang diradiasikan antenna pada medan jauh sedangkan bagian imajiner merupakan reaktansi masukan yang menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat antenna. Hasil pengukuran yang diperoleh mendekati karakteristik antenna yang diinginkan yaitu  $75 \Omega$ . Pada Smith Chart dapat terlihat nilai impedansi untuk prototipe antenna mikrostrip DP-GP CSRR berkisar antara  $(35.8-25.7j)\Omega$  sampai  $(82.2.08j)\Omega$

Hasil pengukuran nilai VSWR antenna prototipe ditunjukkan pada gambar, dimana diperoleh nilai VSWR dibawah 2 pada rentang frekuensi 400 MHz – 625 MHz.



Gambar 6. Nilai VSWR Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip DP-GP CSRR

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil simulasi dan hasil pengukuran prototipe antenna mikrostrip DP-GP CSRR dengan menggunakan *Software CST Microwave Studio 2012*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Ground Plane* berpengaruh terhadap perubahan lebar bandwidth antenna, dimana antenna yang memiliki *ground plane* tidak penuh memiliki bandwidth yang lebih lebar dibandingkan antenna dengan *ground plane* penuh.
2. *Bandwidth* yang lebar diperoleh dengan menambahkan struktur *Double Pole-Ground Plane* dimana dapat menekan nilai S11 dan VSWR dari antenna mikrostrip.
3. Elemen Metamaterial CSRR berpengaruh terhadap dimensi antenna, dimana dimensi

antenna dapat direduksi hingga 72% dari dimensi awal.

4. Nilai Koefisien Refleksi (S11) antenna mikrostrip DP-GP CSRR  $\leq -10$  dB pada frekuensi 539 MHz – 692 MHz untuk hasil simulasi dan pada frekuensi 400 MHz - 625 MHz untuk hasil pengukuran.
5. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) antenna mikrostrip DP-GP CSRR  $\leq 2$  pada frekuensi 539 MHz – 692 MHz untuk simulasi dan frekuensi 400 MHz – 625 MHz untuk hasil pengukuran.
6. Lebar *bandwidth* antenna mikrostrip DP-GP CSRR yang diperoleh dari hasil simulasi adalah 153 MHz dan 225 MHz untuk hasil pengukuran.
7. *Gain* antenna mikrostrip DP-GP CSRR yang diperoleh dari simulasi 2.89 dB sedangkan gain dari hasil pengukuran sebesar 3.27 dB
8. Pengujian antenna dipasang diluar perangkat TV dan mampu menangkap 11 kanal TV

#### REFERENSI

- [1] M. R. Robert. *The Dawn of Digital TV*, Analog television prepares to meet its doom, Vacating valuable real estate in the radio spectrum and the band rush begins. Queensland : Queensland University of Technology. 2005.
- [2] W. Richard. *Webster's New World Dictionary Of Media and Communications, Revised and Updated*. United States of America : A Simon & Schuster Macmillan Company. 1996.
- [3] Balanis CA. *Antenna Theory: Analysis Design*, Third Edition. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc. 2005.
- [4] Saunders, S. R. *Antena and Propagation for Wireless Communication System*. England: John Wiley & Sons Ltd. 2007.
- [5] Chouduri, Bhadra, D.R. Poddar, R. Ghatak, R. K. Mishra. *Modulating Properties of a*

- Microstrip Patch Antenna Using Complementary Split Ring Resonator*. India. IEEE. 2009.
- [6] Zhang, Hui, You Q. L., Xi C. *Desain of Circular Polarization Microstrip Patch Antennas with Complementary Split Ring Resonator*. National University of Defence Technology. Cina. IEEE. 2008.
- [7] Marquez, Ricardo, Ferran M., Mario S. *Metamaterial with Negative Parameter*. Toronto: John Wiley & Sons. 2008.