



JURNAL ELEKTROKRISNA

UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

Vol. 8 No. 3 Juni 2020

ISSN : 2302-4712

Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max30100, Oleh : Lukman Aditya, Riska Dinda Wahyuni

Analisa Sistem Pembayaran Non Tunai Di Ruas Tol Cinere Jagorawi, Oleh : Sri Hartanto, Fahrudin

Optimalisasi Bandwidth Transponder 9v Satelit Merah Putih Dengan Kalkulasi Link Budget, Oleh : Teten Dian Hakim, Rahmad Mardian

Rancang Bangun Sistem Pengisian Air Menggunakan Sensor Yf-S401 Berbasis HMI, oleh : Nurhabibah Naibaho, Arif Supriyono

Analisa Operasi Genset Gas Engine Mode Load Sharing Pada PT. Plaza Indonesia Realty Tbk., Oleh : Ujang Wiharja, Bagriatna Allan Pintadi

Perancangan Instalasi Pada Sistem Automatic Phototherapy Berbasis Arduino, Oleh : Triongko Priyono, Novrian Idris

Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Keluaran Daya, Oleh: Abdul Kodir Albahar , Muhammad Faizal Haqi

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Yagi Sebagai Penerima TV Digital Video Broadcasting Terrestrial Second Generation, Oleh : Slamet Purwo Santosa, Dinda Yandita

Penerbit

Universitas Krisnadwipayana

(Dikelola Oleh Fakultas Teknik Prodi Teknik Elektro)

SUSUNAN DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab

Dr. Ir. Ayub Muktiono, MSiP

(Dekan Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana)

Penasehat

Dr. Ir. Samuel Th Salean. MSi (P2M FT. UNKRIS)

Ir. Triongko Priyono, MT (Wadek III FT. UNKRIS)

Pemimpin Redaksi

Dr. Zefri, MSi

Tim Redaksi

Teten Dian Hakim, ST, MT

Slamet Purwo Santosa, ST. MT

Ujang Wiharja, ST, MT

Abdul Kodir Al Bahar, ST, MT

Penyunting Ahli

Sri Hartanto, ST. MT

Ir. Nurmiati Pasra, MT (Dosen STT-PLN)

Ir. Achmad Rofi,i. MT (Dosen Univ.17 Agustus Jkt)

Syah Alam, Spd, MT (Dosen USAKTI)

Kesekretariatan

Dwi Octaviana, S.Sos, MSi

ALAMAT PENERBIT

Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Jakarta 13077

Gedung G (Fakultas Teknik) Lantai 2 Ruang Seketariat Jurusan Teknik Elektro

Telepon :.021-84998529

E-Mail : elektrounkrisna@yahoo.com

DAFTAR ISI

Sampul Depan.....i

Susunan Dewan Redaksi.....ii

Alamat Penerbit.....ii

Pengantar Redaksi.....iii

Ketentuan Penulisan.....iv

Daftar Isi.....v

I. Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max30100, Oleh : Lukman Aditya, Riska Dinda Wahyuni 62 - 69

II. Rancang Analisa Sistem Pembayaran Non Tunai Di Ruas Tol Cinere Jagorawi, Oleh : Sri Hartanto, Fahrudin 70 -80

III. Optimalisasi Bandwidth Transponder 9v Satelit Merah Putih Dengan Kalkulasi Link Budget, Oleh : Teten Dian Hakim, Rahmad Mardian 81 - 88

IV. Rancang Bangun Sistem Pengisian Air Menggunakan Sensor Yf-S401 Berbasis Hmi, oleh : Nurhabibah Naibaho, Arif Supriyono 89 - 96

V. Analisa Operasi Genset Gas Engine Mode Load Sharing Pada PT. Plaza Indonesia Realty Tbk., Oleh : Ujang Wiharja, Bagriatna Allan Pintadi 97 - 106

VI. Perancangan Instalasi Pada Sistem Automatic Phototherapy Berbasis Arduino, Oleh : Triongko Priyono, Novrian Idris 107 - 114

VII. Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Keluaran Daya, Oleh: Abdul Kodir Albahar , Muhammad Faizal Haqi 115 - 122

VIII. Rancang Bangun Antena Mikrostrip Yagi Sebagai Penerima TV Digital Video Broadcasting Terrestrial Second Generation, Oleh : Slamet Purwo Santosa, Dinda Yandita 123 - 129

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP YAGI SEBAGAI PENERIMA TV DIGITAL VIDEO BROADCASTING TERESTERIAL SECOND GENERATION

Slamet Purwo Santosa¹, Dinda Yandita²

Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta

slametpurwo@unkris.ac.id, dindaadudi@gmail.com

Abstrak- Antena mikrostrip untuk antena penerima TV masih jarang dilakukan karena sifatnya yang mempunyai bandwidth sempit dan gain yang rendah. Dengan gain yang rendah pada antena mikrostrip diharapkan dapat berfungsi sebagai antena penerima siaran televisi. Maka dari itu, dirancang antena Mikrostrip Yagi yang bertujuan untuk menerima siaran televisi DVB-T2. Range frekuensi yang digunakan adalah dari 478 MHz sampai dengan 806 MHz, dan frekuensi tengahnya adalah 642 MHz. Frekuensi kerja pada antena Mikrostrip Yagi menggunakan frekuensi tengah UHF yaitu 642 Mhz perancangan antena menggunakan simulasi CST Studio Suite 2018. Hasil simulasi diperoleh nilai return loss sebesar -28,33 dB, VSWR sebesar 1,079 dan gain sebesar 0,7788 dB. Dalam realisasi pembuatan antena menggunakan PCB dengan jenis FR4 epoxy double layer dengan ketebalan 1,6 mm dan nilai konstanta dielektrika sebesar 4,4. Hasil pengukuran realisasi antena ini memiliki nilai return loss sebesar -32,176 dB, VSWR sebesar 1,058 dan gain antena sebesar 4,76 dB. Dan diperoleh pola radiasinya adalah unidirectional, dan bandwidth sebesar 25 MHz. Antena Mikrostrip Yagi yang difungsikan untuk menerima siaran televisi digital diperoleh sebanyak 27 Channel dengan kualitas audio dan video yang sangat baik dengan ditandai tanpa flicker dan freeze pada tampilan siaran televisi digital dan bisa digunakan dalam pengaplikasian sehari-hari.

Kata Kunci – Mikrostrip Yagi, return loss, VSWR, gain, siaran televisi digital.

Abstract - Microstrip antenna for TV receiver antennas is still rarely done because of its nature which has a narrow bandwidth and low gain. With a low gain on the microstrip antenna it is expected to function as a television broadcast receiver antenna. Therefore, a Yagi Mikrostrip antenna is designed which aims to receive DVB-T2 television broadcasts. The frequency range used is from 478 MHz to 806 MHz, and the middle frequency is 642 MHz. The working frequency of the Yagi Mikrostrip antenna uses a UHF center frequency of 642 Mhz antenna design using the 2018 CST Studio Suite simulation. The simulation results obtained a return loss value of -28.33 dB, VSWR of 1.079 and a gain of 0.7788 dB. In the realization of making antennas using PCB with FR4 type epoxy double layer with a thickness of 1.6 mm and a dielectric constant value of 4.4. The measurement results of this antenna realization have a return loss value of -32,176 dB, VSWR of 1,058 and antenna gain of 4.76 dB. And the radiation pattern is unidirectional, and the bandwidth is 25 MHz. Yagi Mikrostrip Antennas that are used to receive digital television broadcasts are obtained by 27 channels with excellent audio and video quality, marked without flicker and freeze on digital television broadcast displays and can be used in everyday applications.

Keywords - Yagi mikrostrip, return loss, VSWR, gain, digital television broadcasts

I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini teknologi dan informasi berkembang secara pesat. Sarana penyampaian informasi kepada masyarakat semakin canggih. Televisi merupakan salah satu media massa yang sangat efektif dan dapat dinikmati secara luas oleh seluruh lapisan masyarakat. Semakin hari televisi berkembang dari segi teknologi maupun bisnis. Seiring berkembangnya zaman, berkembang pula teknologi televisi. Pada beberapa tahun kebelakang televisi akan berganti dari televisi analog menjadi televisi digital. Dalam rangka digitalisasi televisi di Indonesia, pemerintah mencangkan untuk mematikan siaran televisi analog atau *Analog Switch Off* (ASO) pada 2018. Dikarenakan keputusan ini menuai banyak protes, pemerintah memutuskan untuk mematikan siaran analog secara beratahap (*switch off by natural*). Proses perpindahan ini terjadi karena teknologi analog dianggap boros frekuensi. Sejak tahun 2012, infrastruktur pendukung siaran televisi digital sudah mulai dibangun. Proses pembangunan itu dimulai dari pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Saat ini proses pembangunan masih terus dilakukan hingga menjangkau ke 11 provinsi di Indonesia guna mendapatkan siaran televisi digital yang merata.

Siaran televisi sudah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Indonesia. Televisi terdapat siaran untuk hiburan (*entertainment*) ataupun liputan berita penting yang harus disiarkan secara langsung agar dapat dinikmati dan diketahui dengan cepat oleh para pemirsa. Oleh karena itu, skripsi ini bertujuan untuk merancang antena *mikrostrip yagi* dengan implementasi infrastuktur dan teknologi DVB-T2 pada pemancar digital maupun pemancar analog. Pada saat ini telah diciptakan antena mikrostrip dengan bentuk yang seperti lempengan sehingga antena menjadi lebih praktis dan ekonomis. Salah satu jenis antena *mikrostrip* adalah antena *mikrostrip yagi*. Antena yagi yang bersifat *unidirectional* sangat cocok digunakan

sebagai antena penerima televisi. Dari alasan itu maka dibuatlah *Mikrostrip Yagi*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 DVB-T2

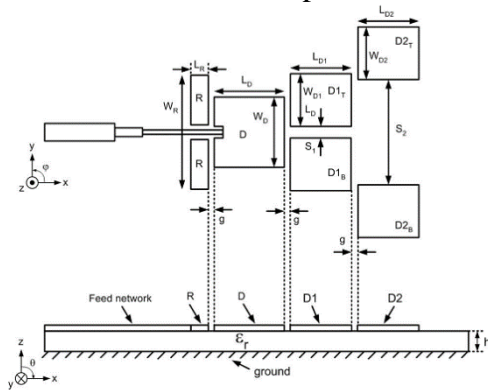
Pemancar Televisi Siaran Digital Terrestrial Standar *Digital Video Broadcasting Terrestrial–Second Generation* (DVB-T2) adalah alat dan perangkat pemancar televisi siaran secara terestrial yang menggunakan modulasi digital untuk memancarkan sinyal video, audio dan data digital dengan menggunakan standar DVB-T2. Sebelum adanya DVB-T2 standar yang digunakan adalah *Digital Video Broadcasting – Terrestrial* (DVB-T) yang digunakan oleh pemancar analog, jika pemancar tv analog, satu kanal frekuensi hanya bisa dipakai untuk siaran satu pemancar TV, sedangkan jika memakai teknologi pemancar digital DVB-T2, maka satu kanal frekuensi yang tadinya hanya bisa dipakai oleh satu TV, maka dengan DVB-T2 akan bisa dipakai satu atau lebih TV siaran bersama. Ini mencakup banyak teknik baru tidak seperti sebelumnya yang digunakan dalam standar DVB. Alasan utama menggunakan DVB-T2 dibandingkan DVB-T adalah kapasitas transmisi nya yang lebih tinggi dan juga memungkinkan untuk membangun jaringan frekuensi tunggal yang sangat besar (*Single Frequency Network*) karena *Guard interval* (GI) nya lebih panjang di bandingkan DVB-T [7]. Pada dasarnya teknologi DVB-T2 dapat memberikan 12 *channel* dalam satu slot frekuensi UHF.

2.2 Konsep Dasar Antena

Antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari kabel ke udara atau sebaliknya. Antena merupakan suatu komponen yang sangat fundamental dalam sistem komunikasi. Antena pengirim berfungsi sebagai pengubah energi *radio frequency* (RF) yang diproduksi pemancar radio menjadi medan elektromagnetik yang kemudian dipancarkan ke udara.

2.3 Antena Mikrostrip Yagi

Antena yagi merupakan sebuah array parasitic linear dari antena dipole paralel digunakan untuk menghasilkan formasi garis pancar beam. Prinsip kerja dari *mikrostrip yagi* adalah dengan menggabungkan bagian tengah permukaan gelombang di antara elemen driven dan elemen parasitic.



Gambar 1 Antena Mikrostrip Original Yagi Array

(Gerald R. DeJean, dkk. *Student Member, IEEE*)

2.4 Desain Patch Antena Mikrostrip Yagi

Dalam menentukan analisa terhadap saluran transmisi mikrostrip, sering kali digunakan besaran permitivitas relatif efektif ϵ_{reff} . Besaran permitivitas relatif efektif digunakan untuk menggantikan ruang yang tersusun dari kombinasi udara dan dielektrika dengan nilai ϵ_r [4].

$$\epsilon_{ef} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \left(\frac{h}{W} \right) \right)^{-0,54} \quad (2.1)$$

Dimana:

ϵ_{eff} = konstanta dielektrik efektif (F/m)

ϵ_r = Permittivitas dielektrik relatif *substrate*

h = Ketebalan bahan (mm)

W = Lebar elemen radiasi (mm)

Untuk menentukan lebar *patch* antena mikrostrip Alaydrus (2011) memberikan persamaan sebagai berikut:

$$W = \frac{c}{2fr} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (2.2)$$

Dimana :

W = Lebar elemen radiasi (mm)

f_r = Frekuensi kerja pada antena (Hz)

ϵ_r = Permittivitas dielektrik relatif *substrate*

c = Kecepatan cahaya di ruang bebas ($3 \cdot 10^8$ m/s)

Pada *patch* antena mikrostrip, medan listrik akan melebar dan keluar dari *patch* yang secara elektromagnetis dapat menghasilkan kapasitansi. Pengaruh kapasitansi tersebut dianggap sebagai perpanjangan *patch* secara fiktif menyatakan untuk menentukan perpanjangan *patch* secara fiktif sebesar Δ_L [3] dapat menggunakan rumus (2.3).

$$\Delta_L = 0,412 \times h \left(\frac{(\epsilon_{ef} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{ef} - 0,258) \left(\frac{W}{h} - 0,8 \right)} \right) \quad (2.3)$$

Di mana:

L = Panjang elemen peradiasi (mm)

ϵ_{eff} = konstanta dielektrik efektif (F/m)

H = Ketebalan bahan (mm)

W = Lebar elmen peradiasi (mm)

f_r = Frekuensi kerja pada antena (Hz)

C = Kecepatan cahaya di ruang bebas ($3 \cdot 10^8$ m/s)

Sehingga total panjang efektif *patch* menjadi:

$$L_{eff} = \frac{c}{2 \times fr \sqrt{\epsilon_{ef}}} \quad (2.4)$$

Maka akan didapat panjang *patch* adalah

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta_L \quad (2.5)$$

$$L_p = \frac{c}{2 \times fr \sqrt{\epsilon_{ef}}} - 2\Delta_L \quad (2.6)$$

Di mana:

L_{eff} = total panjang efektif *patch* (mm)

L_p = panjang *patch* (mm)

Δ_L = perpanjangan *patch* secara fiktif (mm)

III. PENGUKURAN DAN ANALISA

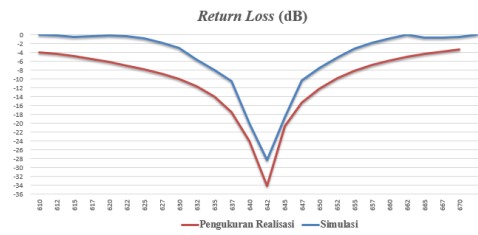
Antena Yagi adalah antena yang memiliki konstruksi sederhana namun mampu menghasilkan kinerja dengan efektifitas yang baik. Salah satu modifikasi dari antena yagi tersebut ialah antena Mikrostrip Yagi. Antena Mikrostrip Yagi merupakan antena yang tersusun dari 3 elemen yaitu elemen-elemen reflektor, driven dan direktor, dalam hal ini semua elemen saling terhubung ke permitivity dielectric relative substrate dan ground plane. Oleh karena itu dinamakan Yagi. Dalam perancangan antena *Mikrostrip Yagi* yang perlu diperhatikan beberapa parameter, seperti frekuensi kerja, jenis substrat yang digunakan, ukuran *patch* antena. Pembuatan antena *Mikrostrip Yagi* menggunakan substrat FR4, dengan ketebalan 1,6 mm, konstanta dielektrik sebesar 4,4, dan ketebalan bahan konduktor sebesar 1 mm. Berikut Gambar dibawah menunjukkan perancangan dari antena *Mikrostrip Yagi*.



Gambar 2. Bentuk antena *Mikrostrip Yagi*

Berdasarkan hasil pengukuran *port* dan *field* dengan menggunakan *network analyzer*. Berikut hasil pengukuran Antena *Mikrostrip Yagi* dan data simulasi perancangan.

a. Return loss

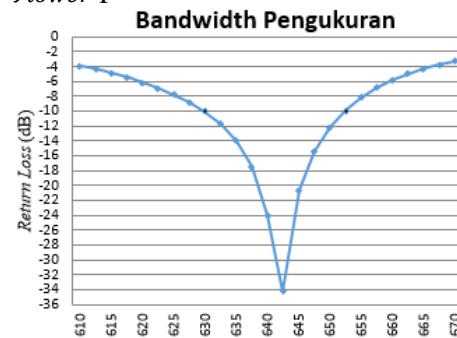


Gambar 3. Grafik *return loss* hasil pengukuran *realisasi* dan simulasi

Dari Gambar 3.2 diatas dapat dilihat bahwa terjadi pergeseran nilai *return loss* pada hasil pengukuran dan simulasi. Dari hasil pengukuran *return loss* terlihat bahwa pada frekuensi 642 MHz *return loss*nya sebesar -32,176 dB. Sedangkan pada simulasi sebesar -28,33 dB.

b. Bandwidth

Bandwidth bertujuan untuk mengetahui suatu *range* frekuensi dimana antena dapat beroperasi dengan kinerja yang baik. Berikut *bandwidth* antena *Mikrostrip Yagi* dapat dilihat dari grafik *return loss* pada *f_{upper}* dan *f_{lower}* pada Gambar dibawah.



Gambar 4. Hasil Pengukuran *Bandwidth*

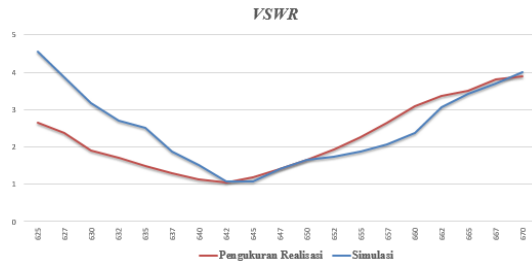
Dari grafik yang ditunjukkan Gambar 3.3, frekuensi terendah (*f_{lower}*) yang berada di bawah -10 dB adalah 630 MHz. Sedangkan frekuensi tertinggi (*f_{upper}*) yang berada di bawah -10 dB adalah 655 MHz. Menghitung besar *bandwidth*. *Bandwidth* antena dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Bandwidth} &= f_{upper} - f_{lower} \\ &= 655 \text{ MHz} - 630 \text{ MHz} = 25 \text{ MHz} \end{aligned}$$

Besar *bandwidth* untuk penerima TV adalah 8 MHz. *Bandwidth* antena *Mikrostrip Yagi* dari hasil pengukuran adalah 25 MHz, lebih besar dari teori tersebut. Dengan

frekuensi kerja di 642 MHz sesuai dengan perhitungan sebelumnya.

c. VSWR



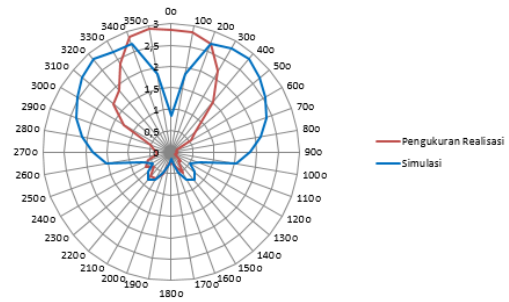
Gambar 5 Grafik VSWR hasil pengukuran *realisasi* dan simulasi

Pada Gambar 3.4 diatas dapat dilihat bahwa terjadi sedikit pergeseran nilai VSWR pada hasil pengukuran dan simulasi. Dari hasil pengukuran VSWR terlihat bahwa pada frekuensi 642 MHz sebesar 1,058. Sedangkan pada simulasi sebesar 1,079.

Maka dari hasil pengukuran parameter-parameter antenna yang dilakukan terhadap antenna *Mikrostrip Yagi* dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai dari seluruh parameter bila dibandingkan dengan nilai parameter pada data simulasi perancangan. Hal-hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengukuran realisasi pada gambar diatas.

d. Pola radiasi

Dari hasil pengukuran *realisasi* level sinyal, maka didapat bahwa antenna *Mikrostrip Yagi* memiliki pola radiasi *unidirectional*. Setelah diperoleh bentuk *pola radiasi* antenna, maka dapat dicari lebar sudut pada setengah daya maksimum yang dipancarkan atau diterima antenna yang disebut *Half Power Beam (HPBW)*. Berikut Gambar dibawah menunjukkan nilai HPBW yang diperoleh dari hasil simulasi dan hasil pengujian.



Gambar 6. *Pola radiasi Antena Mikrostrip Yagi*

Dari bentuk pola radiasi yang terlihat pada Gambar 3.5 bisa didapatkan *Half Power Beamwidth (HPBW)* dari antenna *Mikrostrip Yagi*. Daya pancar maksimum yang sudah diturunkan 3 dB diperkirakan berada pada sudut 60° dan 290°. Maka, besar dari sudut HPBW pengujian adalah sebesar 130°. Hasil pola radiasi dan besar sudut HPBW perancangan dan pengujian memiliki perbedaan. Sudut HPBW pada perancangan sebesar 70°, sedangkan pada pengujian sebesar 130°.

e. Pengujian fungsi antenna

Pengujian fungsi antenna menggunakan antenna *mikrostrip yagi* dengan keadaan *indoor*. Antena akan di hubungkan dengan *set top box DVB-T2*. Berikut adalah *set up* rangkaiannya pada Gambar dibawah ini.



Gambar 7. Pengujian antenna ke televisi

Hasil pengujian gambar Siaran Televisi Digital

Siaran TV Digital menggunakan antenna *mikrostrip yagi*



Dari hasil pengujian fungsi penerimaan siaran digital diatas, antenna *Mikrostrip Yagi* yang difungsikan dapat menerima siaran *digital* sebanyak 27 Channel *digital* dengan kualitas *audio* dan *video* yang sangat baik dengan ditandai tanpa *flicker* dan *freeze* pada tampilan siaran televisi digital dan antenna ini dapat digunakan dalam pengaplikasian sehari-hari.

IV. KESIMPULAN

Dari Tugas Akhir mengenai rancang bangun antenna *Mikrostrip Yagi* yang diaplikasikan untuk penerima siaran televisi digital yang telah dibuat, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil pengukuran, antenna *Mikrostrip Yagi* memiliki frekuensi kerja di 642 MHz dengan nilai *return loss* sebesar – 32,176 dB, *VSWR* sebesar 1.058, *gain* antenna sebesar 4.76 dB dan memiliki nilai *bandwidth* sebesar 25 MHz.
2. Pola radiasi *Mikrostrip Yagi* yang dihasilkan berbentuk *unidirectional* dengan *Half Power Beamwidth* (HPBW) sebesar 130⁰.
3. Berdasarkan dari hasil pengujian fungsi penerimaan siaran TV *digital*, Antena *Mikrostrip Yagi* yang difungsikan dapat menerima siaran *digital* sebanyak 27 Channel *digital* dengan kualitas *audio* dan *video* yang sangat baik dengan ditandai tanpa *flicker* dan *freeze* pada tampilan siaran televisi digital dan antenna ini dapat digunakan dalam pengaplikasian sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triono Putro, Dedes. (2011). *Dasar Pemancar Televisi*. Jakarta: Graha Ilmu.
- [2] Alaydrus, M. (2009). *Saluran Transmisi Telekomunikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Alaydrus, M. (2011). *Antena Prinsip & Aplikasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Balanis, Constantine A. (1997). *Antena Theory Analysis and Design*. 3rd ed. New York :John Wiley and Sons.
- [5] Tamarun, M.A.H.B. (2008). *A Design and Develop Of Mikrostrip Yagi Antenna At Frequency 2 GHz*. Melaka: Universiti Teknikal Malaysia Melaka.
- [6] Kusmaryanto, Sigit. (2013). *Teknik Modulasi Quadrature Amplitude Modulation*.
- [7] Hanjaya internasional. (2014). *DVB-T2 Transmitter Workshop*. Jakarta.

- [8] Santosa, Slamet Purwo. (2008). *Antena Mikrostrip Segitiga dengan Saluran Pencatu Berbentuk Garpu yang Dikopel Secara Elektromagnetik*, Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Universitas Indonesia, 2008.
- [9] Kraus, J.D. (1988). *Antennas* 2nd Ed. New York: McGraw-Hill.
- [10] DeJean, Gerald R., (2007). *A New High-Gain Microstrip Yagi Array An With a High Front-to-Back (F/B) Ratio for W and Millimeter-Wave Applications* IEEE Transactions on antennas and propagation, Vol.55, No.2
- [11] Widiyanto, Rendra.,Safrianti, Ery. (2017). *Perancangan Antena Mikrostrip Yagi pada Frekuensi Kerja 1,9-2,1 GHz*. Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro.
- [12] Ramadhan, Arsyad., dkk. (2013). *Perancangan dan implementasi Antena Yagi 2.4 GHz pada aplikasi WIFI(Wireless Fidelity)*. Teknik Elektro Itenas. Vol 1, No.1.
- [13] Rokhman Nur, Deden., dkk. (2016). *Implementasi antena Yagi 5 elemen sebagai penerima siaran televisi di Bandung Kota*. Bandung.
- [14] Alam, Syah., Fajar Nugroho, Robbi. (2018). *Perancangan antena Mikrostrip Array 2x1 untuk meningkatkan gain untuk aplikasi LTE pada frekuensi 2.300 MHz*. Akademi Telkom.
- [15] Khan, M., Ray, I., Mandal D., and Bhattacharjee A. K. (2008). *Comparative Study Of The Resonant Frequency Of E-Plane and H-Plane Coupled Microstrip Patch Antennas Progress In Electromagnetics Research C Vol. 1. 241-249*.
- [16] Keputusan Menteri Perhubungan No.76. (2003). *Rencana induk (master plan) frekuensi radio penyelenggaraan telekomunikasi khusus untuk keperluan televisi siaran analog pada pita ultra high frequency (UHF)*. Jakarta.
- [17] Kementerian Komunikasi dan Informasi. (2012). *Standar penyiaran televisi digital terestrial penerimaan tetap tidak berbayar (free to air)*. Jakarta