

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA PENERIMA NARROWBAND BERBENTUK DIPOL ARRAY UNTUK APLIKASI TV KOMUNITAS PADA FREKUENSI 600-660 MHz

*DESIGN AND REALIZATION OF NARROWBAND RECIPIENTS FOR DIPOL ARRAY FOR TV
COMMUNITY APPLICATIONS IN FREQUENCY 600-660 MHz*

Benardi Laksono ¹, Yuyun Siti Rohmah, S.T., M.T ², Radial Anwar, S.Si., M.Sc., Ph.D. ³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Universitas Telkom

¹Benardilaksono@student.telkomuniversity.ac.id, ²yuyunsr@tass.telkomuniversity.ac.id, ³

radialanwar@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Teknologi Telekomunikasi pada saat ini sudah sangat berkembang dengan pesat dan maju, namun tanpa disadari bahwa dari teknologi tersebut terdapat hal yang dapat dimanfaatkan secara maksimal lagi.

Televisi adalah salah satu perangkat penerima sumber informasi yang paling sering digunakan oleh masyarakat hingga saat ini. Pemerintah mempunyai target migrasi televisi analog ke digital pada tahun 2018 dengan menguarkan Peraturan Menteri Kominfo No.32 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Secara Digital dan Penyiaran Multipleksing Melalui Sistem Terrestrial.

Salah satu perangkat yang dibutuhkan untuk menunjang terselenggaranya komunikasi televisi adalah antenna. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dan realisasi antenna dipol *array* untuk penerima pada TV digital. Perancangan antenna ini menggunakan software CST Studio Suite 2018. Antena penerima ini beroperasi pada frekuensi 600-660 MHz dengan *gain* ≤ 4.1 dBi, *bandwidth* 60 Mhz, *VSWR* ≤ 2 , pola radiasi bidireksional.

Hasil pengukuran antenna dari bahan pipa aluminium menunjukkan antenna dapat bekerja pada frekuensi 600-660 MHz. *Gain* maksimum yang didapatkan 3.66 dBi. *VSWR* pada frekuensi tengah ($f_c = 630$ MHz) adalah 1.773 dan *bandwidth* 28 MHz. Pola radiasi bidireksional.

Kata Kunci : Televisi Digital, Dipol Array

Abstract

Telecommunications technology is currently very rapidly developing and advancing, but without us realizing that from the technology there are things that can be utilized to the maximum again.

Television is one of the most common source of receiving information devices used by the community to date. The government has a target of analog to digital television migration by 2018 by issuing Minister of Communication and Information Minister Regulation No.32 of 2013 concerning Digital Television Broadcasting and Multiplexing Broadcasting through Terrestrial Systems.

One of the devices needed to support the implementation of television communication is the antenna. In this final project the design and realization of the dipole array antenna for receivers on digital TV. The design of this antenna uses CST Studio Suite 2018 software. This receiver antenna operates at a frequency of 600-660 MHz with a *gain* ≤ 4.1 dBi, a *bandwidth* of 60 Mhz, *VSWR* ≤ 2 , a bidirectional radiation pattern.

Antenna measurement results from aluminum pipe material shows the antenna can work at a frequency of 600-660 MHz. The maximum *gain* is 3.66 dBi. *VSWR* at the center frequency ($f_c = 630$ MHz) is 1,773 and *bandwidth* is 28 MHz. Bidirectional radiation pattern.

Keywords: Digital Television, Array Dipol

1. Pendahuluan

Televisi merupakan salah satu sumber informasi yang paling sering digunakan oleh masyarakat sampai saat ini. Rencana pemerintah dalam penyelenggaraan televisi digital harus dimulai di 2012. Agar bisa memenuhi target yang diinginkan, yaitu migrasi total ke digital pada 2018. Pada tanggal 22 November 2011, Kementerian Komunikasi dan Informatika selaku regulator telah menetapkan Peraturan Menteri KominfoNo.22/PER/M.KOMINFO/11/2011 tentang Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Digital Terrestrial Penerimaan Tetap Tidak Berbayar (free to air)[8]. Televisi komunitas merupakan televisi yang digagas oleh lingkungan atau kelompok tertentu. Televisi ini ditujukan untuk masyarakat lokal disebuah daerah atau wilayah sebagai sarana tontonan alternatif. Untuk realisasi televisi komunitas dikawasan Universitas Telkom banyak dibutuhkan perangkat pendukung untuk memabangun tv komunitas seperti filter, amplifier, modulator, dan antenna. Untuk dapat menampilkan suatu siaran di televisi tentu dibutuhkan antenna untuk mengirim dan menerima sinyal dalam hal ini dibutuhkan antenna dengan frekuensi tertentu untuk menangkap sinyal tersebut antenna yang diperlukan yaitu harus memiliki *gain* yang tinggi untuk meminimalisir rugi-rugi.

Salah satu antena yang menghasilkan *gain* tinggi adalah dipol sehingga cocok untuk digunakan pada televisi komunitas yang akan direalisasikan di Universitas Telkom.

Dalam kehidupan sehari-hari banyak ditemukan antena yang biasa digunakan untuk televisi digital namun biasanya memiliki ukuran yang relatif besar. Ini membuat antena bersifat kurang cocok apabila diterapkan pada peralatan yang bersifat *portable*. Karena televisi komunitas bersifat digital sehingga membutuhkan antena yang berbeda dari televisi digital lainnya.

Maka dari itu dalam proyek akhir ini akan dirancang antena dipol dengan frekuensi 600-660 MHz untuk dijadikan antena penerima pada televisi komunitas karena memiliki ukuran yang lebih *compact*, dapat diletakkan dalam ruangan, antena dipol juga memiliki *gain* yang tinggi, dan mudah dipindahkan sehingga sangat tepat untuk digunakan pada perangkat *portable* sekalipun.

2. Dasar Teori

2.1. Televisi Digital

Penyiaran televisi digital terrestrial adalah penyiaran yang menggunakan frekuensi radio VHF / UHF seperti halnya penyiaran analog, akan tetapi dengan format konten yang digital. Penerimaan informasi pada penyiaran televisi analog semakin buruk untuk jarak jauh. Lain halnya dengan penyiaran televisi digital yang terus menyampaikan gambar dan suara dengan jernih sampai pada titik dimana signal tidak dapat diterima lagi. Penyiaran TV digital hanya mengenal dua kondisi, yaitu Terima (1) atau Tidak (0). Artinya, apabila perangkat penerima siaran digital dapat menangkap sinyal, maka program siaran akan diterima. Sebaliknya, jika sinyal tidak diterima maka gambar-suara tidak muncul.[3]

2.2 Perencanaan Frekuensi Penyiaran Digital

1. Pita Frekuensi MF (526.5 – 1606.5 kHz) [7]

Penggunaan teknologi / standar saat ini : Siaran radio AM (Analog) Saat ini digunakan untuk kanal frekuensi Siaran radio AM Analog bagi Lembaga Penyiaran Publik (RRI) dan Lembaga Penyiaran Swasta Potensi Teknologi / Standar Digital : Digital Radio Mondiale (DRM), AM IBOC.

2. Pita Frekuensi VHF Band II (87.5 – 108 MHz) [7]

Penggunaan teknologi / standar saat ini : Siaran radio FM (Analog) Saat ini digunakan untuk kanal frekuensi Siaran radio FM Analog bagi Lembaga Penyiaran Publik (RRI), Lembaga Penyiaran Swasta dan Lembaga Penyiaran Komunitas Potensi Teknologi / Standar Digital : FM RDS, FM IBOC

3. Pita Frekuensi VHF Band III (174 - 230 MHz) [7]

Penggunaan teknologi / standar saat ini : TV siaran VHF (analog) Saat ini sebagian besar digunakan untuk kanal frekuensi TV siaran VHF analog oleh lembaga penyiaran public (TVRI) dan lembaga penyiaran swasta di beberapa tempat. Potensi teknologi / standar digital : Digital Audio Broadcast (DAB), Digital Multimedia Broadcast (DMB), DVB-H, dsb.

4. Pita Frekuensi UHF Band IV/V (470 – 806 MHz) [7]

Penggunaan teknologi / standar saat ini : Siaran TV UHF (Analog) Saat ini digunakan untuk kanal frekuensi Siaran TV UHF Analog oleh lembaga penyiaran publik (TVRI) dan lembaga penyiaran swasta di beberapa tempat. Potensi teknologi / standar digital : DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial), DVB-H (Digital Video Broadcasting–Handheld), Media-Flo (Qualcomm), WiMax, IMT-Advanced, dsb.

2.3 Antena

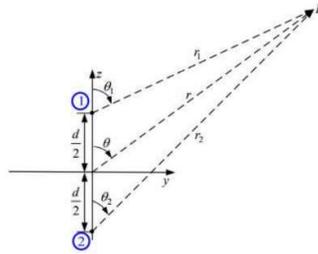
Antena adalah sebuah perangkat yang mentransformasikan sinyal EM dari saluran transmisi kedalam bentuk sinyal radiasi gelombang EM dalam ruang bebas, dan juga menangkap dan mengumpulkan gelombang EM dari ruang bebas dan mentransformasikannya kedalam bentuk pada saluran transmisi. Yang pertama disebut mode transmit dan yang terakhir disebut mode receive. Antena merupakan perangkat pasif dan tidak menguatkan sinyal tetapi mengarahkan sinyal. Antena bekerja dengan cara yang sama baik sebagai pemancar maupun sebagai penerima gelombang radio. Sifat ini disebut sebagai reciprocity.[4]

2.4 Antena array

Antena *array* adalah susunan dari beberapa antena yang identik. Medan total dari antena *array* ditentukan oleh penjumlahan vektor dari medan yang diradiasikan oleh elemen tunggal. Untuk membentuk pola yang memiliki keterarahan tertentu, diperlukan medan dari setiap elemen *array* berinterferensi secara konstruktif pada arah yang diinginkan dan berinterferensi secara destruktif pada arah yang lain.[4]

2.4.1 Linear array

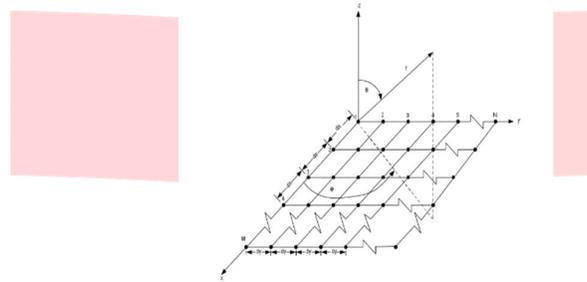
Pada susunan antena linier, elemen-elemen antena yang identik disusun dalam satu garis lurus. Pada Gambar 2.2 terdapat 2 elemen dipol yang diletakkan pada sumbu-z dan dipisahkan oleh jarak $d/2$. Titik observasi adalah ke arah sudut θ . Garis orientasi dari sumber-sumber isotropis menuju titik observasi dianggap sejajar karena d (jarak antar elemen) $<$ daripada jarak antena menuju titik observasi.[2]



Gambar 2.1 Susunan 2 elemen dipol

2.4.2 Planar array

Pada susunan antenna planar, elemen-elemen antenna yang identik disusun membentuk suatu bidang M x N. Pada Gambar 2.3 terdapat M elemen antenna pada sumbu-x dan N elemen antenna pada sumbu-y.[2]



Gambar 2.2 MxN Elemen Planar Array

2.5 Antena dipol

Antena dipol merupakan cikal bakal dari jenis-jenis antenna kawat linier seperti dipol pendek, dipol setengah panjang gelombang, dipol lima-per-empat Panjang gelombang, dipol tiga-per-empat panjang gelombang, dsb. Selain itu antenna dipol juga mendasari antenna-antenna seperti antenna yagi-uda, antenna log-periodik, dan antenna monopol. Antena dipol juga biasa digunakan sebagai elemen dasar dari antenna susun (*array* antenna). [1]

Untuk menghitung dimensi antenna dipol digunakan beberapa perhitungan sebagai berikut[6] :

1. Wavelength

$$\lambda = c/f \tag{2.1}$$

Dimana c merupakan kecepatan cahaya dengan nilai 3×10^8 m/s, f adalah nilai frekuensi kerja antenna.

2. Panjang Dipol

$$L = 143/f \tag{2.2}$$

3. Gap

$$G = L/200 \tag{2.3}$$

4. Radius

$$R = \lambda/1000 \tag{2.4}$$

5. Jarak antar elemen dipol

$$S = c/2f \tag{2.5}$$

Jika membuat antenna dipol *array* diperlukan jarak antar elemen dipol, dapat menggunakan rumus diatas. Spesifikasi antenna dipol dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah :

Dipole length $2l$	$\lambda/10$	$\lambda/2$	λ	1.5λ
Current distribution				
Radiation pattern				
Directivity	1.5 or 1.76 dBi	1.64 or 2.15 dBi	2.4 or 3.8 dBi	About 2.3
HPBW	90°	78°	47°	NA
Input impedance	R : very small ($\sim 2 \Omega$) jX : capacitive	R : $\sim 73 \Omega$ jX : $\sim 0 \Omega$	R : very large jX : $\sim 0 \Omega$ for thin dipole	R : $\sim 100 \Omega$ jX : $\sim 0 \Omega$ for thin dipole
Note	jX sensitive to the radius	$R+jX$ not sensitive to the radius	$R+jX$ sensitive to the radius	$R+jX$ sensitive to the radius

Gambar 2.3 SPesifikasi antenna dipol

2.6 Parameter-Parameter antenna

2.6.1 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan minimum pada suatu gelombang berdiri akibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan tidak matchng-nya impedansi input antenna dengan saluran *feeder*. [1]

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1+|\Gamma(z)|}{1-|\Gamma(z)|} \tag{2.6}$$

dimana $\Gamma(z)$ adalah koefisien pantul.

Dengan $0 \leq |\Gamma(z)| \leq 1$, sehingga nilai $VSWR$ adalah $1 \leq VSWR \leq \infty$.

2.6.2 Return Loss

Return loss merupakan besaran daya pantul (faktor refleksi) yang disebabkan oleh tidak match-nya bebas dengan transmission line dalam dB. Besarnya *return loss* dapat dirumuskan sebagai berikut. [1]

$$RL = -20\log|\Gamma| \tag{2.7}$$

2.6.3 Bandwidth

Bandwidth merupakan daerah frekuensi kerja dimana antenna masih dapat bekerja dengan baik dinamakan *Bandwidth* antenna. Suatu misal sebuah antenna bekerja pada frekuensi tengah sebesar f_C , namun ia juga masih dapat bekerja dengan baik pada frekuensi f_1 (di bawah f_C) sampai dengan f_2 (di atas f_C), maka lebar *Bandwidth* dari antenna tersebut adalah $(f_1 - f_2)$ dengan batas kenaikan nilai $VSWR \leq 2$. Selain dengan melihat nilai $VSWR$, *bandwidth* juga dapat dilihat dari nilai parameter $S_{1,1}$ dimana *bandwidth* antenna berada pada nilai parameter $S_{1,1} \leq 10$ dB. [1]

2.6.4 Pola Radiasi

Pola radiasi suatu antenna didefinisikan sebagai suatu pernyataan secara grafis yang menggambarkan sifit radiasio suatu antenna (pada medan jauh) sebagai fungsi dari arah. Ada 3 jenis pola radiasi antenna yaitu [1] :

a. *Pola Isotropis*

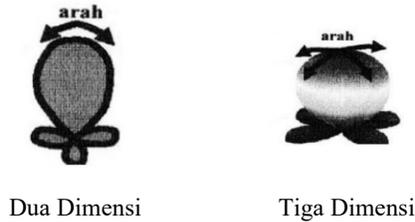
Merupakan pola antenna referensi dimana pola radiasi seperti bola menyebar ke segala arah, dalam kenyataan tidak dapat direalisasikan, tetapi pola radiasi idealnya sebagai standar.

b. *Pola endfire (directional)*

Merupakan pola radiasi antenna dimana pola radiasi terkuatnya diarahkan ke suatu arah tertentu.

c. *Pola Broadside (Omnidirectional)*

Merupakan pola radiasi antenna yang menyebar ke segala arah.



Gambar 2.4 Sifat Radiasi Antena

Pola radiasi antenna terjadi karena adanya gelombang elektromagnetik yang dipancarkan lewat udara bebas dalam suatu bentuk radiasi (pancaran) tertentu dalam medan radiasi, yaitu medan jauh (Farfield/Fraunhofer) [2,3,4,7,11,15]. Pola radiasi antenna bisa berubah-ubah berdasarkan nilai parameter yang ditentukan sebagai variabel, misalnya faktor pengali panjang gelombang[6].

Dipol memiliki omnidirectional pola radiasi, berbentuk seperti toroida (doughnut) simetris terhadap sumbu dipol. Radiasi maksimum pada sudut kanan dipol, jatuh ke nol pada sumbu antenna. Keuntungan maksimum teoritis dari sebuah dipol Hertzian adalah $10 \log 1,5$ atau 1,76 dBi. Keuntungan teoritis maksimum $\lambda/2$ -dipol adalah $10 \log 1,64$ atau 2,15 dBi[5].

Pola radiasi pada antenna *array* dapat berubah, berikut beberapa hal yang dapat mempengaruhi[6] :

1. Jumlah elemen *array*
2. Pola radiasi 1 elemen
3. Beda fasa antar 1 elemen
4. Jarak antar elemen

2.6.5 Gain

Penguatan (*gain*) adalah besarnya perbandingan intensitas daya yang dipancarkan antenna dengan total daya yang diterima. *Gain* juga merupakan suatu ukuran dalam pengukuran karakteristik antenna yang menyatakan kemampuan antenna untuk menyearahkan daya[1].

Untuk mengitung perolehan *Gain* pada Multi Element *Array* yang terdiri dari beberapa Dipol yang dirangkai secara collinear (serie) dapat diperkirakan sbb[8] :

Gain yang didapat dari

- 2 element collinear = 1.9 dBd atau +/- 2 dBd
- 3 element collinear = 3.2 dBd atau +/- 3 dBd
- 4 element collinear = 4.3 dBd atau +/- 4 dBd,

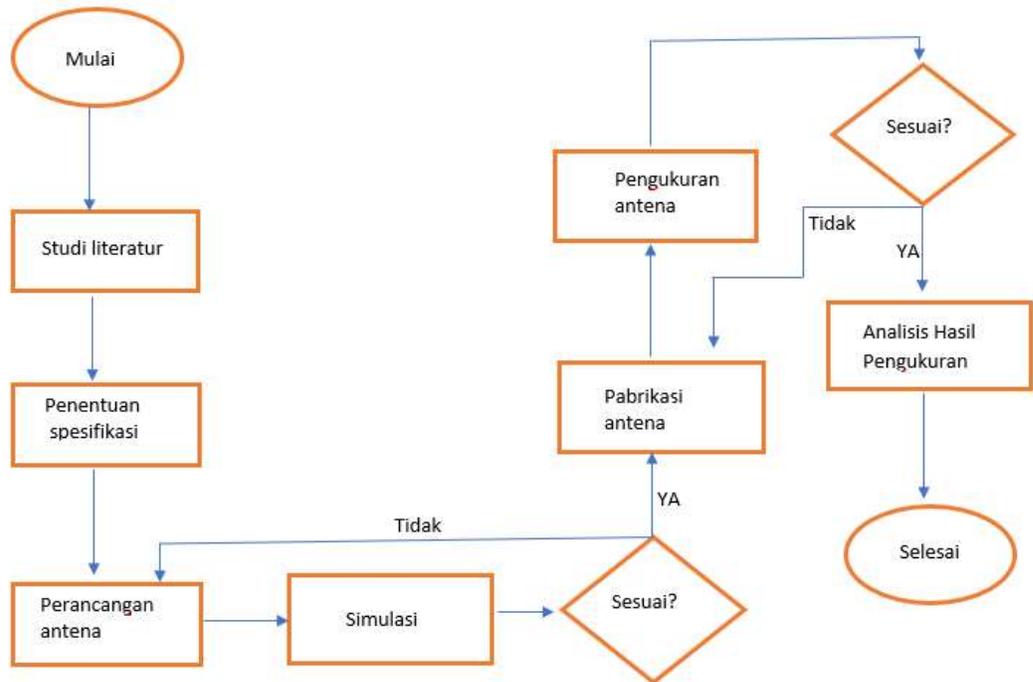
Untuk band HF biasanya rangkaian collinear tidak akan terdiri lebih dari 5 elemen, tapi buat sekedar berkhayal-khayal bisa diperkirakan:

- 5 elemen = +/- 5 dBd,
- 6 elemen = +/- 6 dBd,
- 10 elemen = +/- 10 dBd dst. (bilangan dB kirakira sama dengan jumlah elemen).
-

2.7 Narrowband

Di radio, pita sempit menjelaskan saluran di mana *bandwidth* pesan tidak secara signifikan melebihi *bandwidth* koherensi saluran. Dalam studi saluran kabel, narrowband menyiratkan bahwa saluran yang dipertimbangkan cukup sempit sehingga respons frekuensinya dapat dianggap datar. *Bandwidth* pesan karena itu akan kurang dari *bandwidth* koherensi saluran. Artinya, tidak ada saluran yang memiliki flat fading sempurna, tetapi analisis banyak aspek sistem nirkabel sangat disederhanakan jika flat fading dapat diasumsikan. Narrowband juga dapat digunakan dengan spektrum audio untuk menggambarkan suara yang menempati rentang frekuensi yang sempit.[4]

3. Perancangan & Simulasi
3.1 Diagram alir



Gambar 3.1 Diagram alir

3.2 Spesifikasi Awal

1. Frekuensi kerja : 600-660 MHz
2. VSWR : ≤ 2
3. Pola radiasi : Bidirectional
4. Gain : $\leq 4,1$ dBi
5. Impedansi : 50Ω
6. Bandwidth : 40 MHz
7. Frekuensi tengah : 630 MHz

3.3 Model Perancangan Berdasarkan Hasil Perhitungan

Tabel 3.1 Hasil perhitungan sebelum di optimasi

Keterangan :

w : Lebar patch

R : Radius

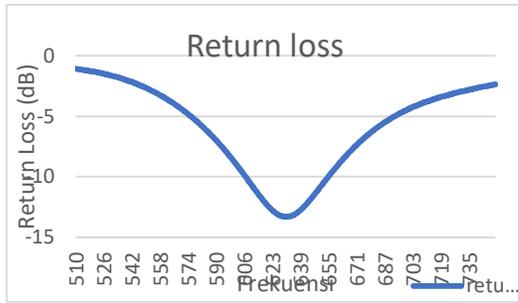
l : Panjang dipol

S : Jarak antar elemen dipol

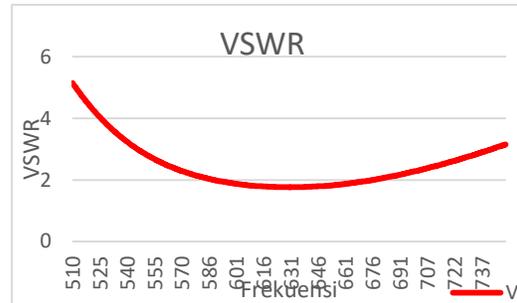
No	w (mm)	l (mm)	g (mm)	R (mm)	S (mm)
1	470	223.25	1.11	0.47	238

g : gap

3.3.1 Hasil Simulasi pada Software



Gambar 3.2 Hasil Pengukuran Return loss



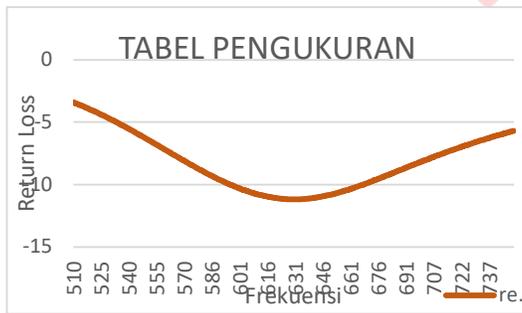
Gambar 3.3 Hasil pengukuran VSWR

3.3.2 Optimasi Radius Antena

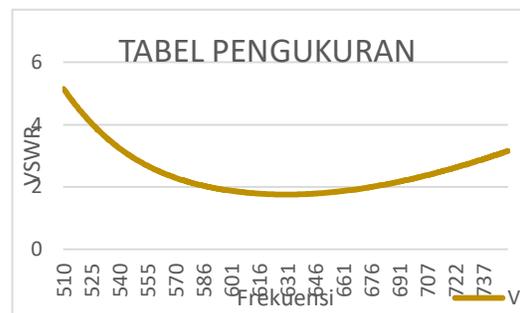
Tabel 3.2 Hasil setelah di optimasi

No	w (mm)	l (mm)	g (mm)	R (mm)	S (mm)
1	470	211.59	1.05	6	238

3.3.3 Hasil Simulasi Setelah di Optimasi



Gambar 3.4 Hasil Pengukuran Return loss



Gambar 3.4 Hasil Pengukuran VSWR

3.3.4 Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Sesudah Optimasi

Tabel 3.3 Perbandingan Hasil Perhitungan, sebelum dan sesudah optimasi

No	Perhitungan			Optimasi			Sebelum Optimasi		
	Gain	Return loss	VSWR	Gain	Return loss	VSWR	Gain	Return loss	VSWR
1	3.669	-13.321	1.550	3.558	-11.182	1.832	3.669	-13.321	1.550

4. Pengukuran dan analisis

4.1 Realisasi antenna dipol

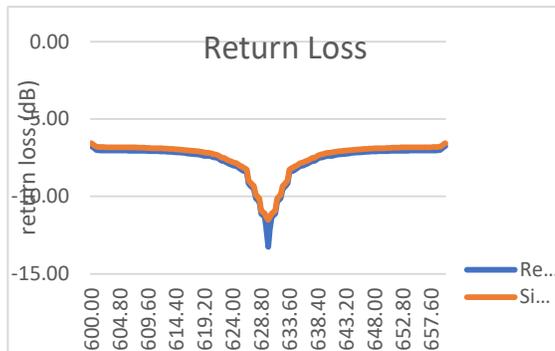


Gambar 4.1 (a) gambar antenna full (b) gambar tampilan gap

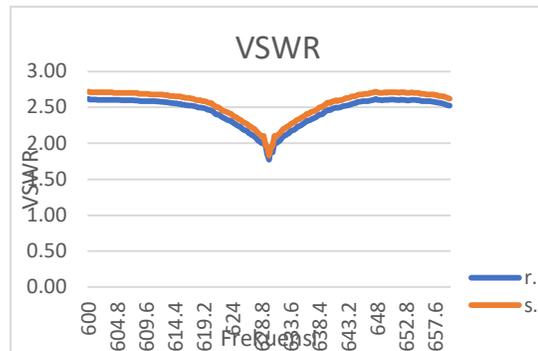
4.2 Pengukuran Return loss, VSWR, dan Bandwidth

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Optimasi

No	Simulasi			Pengukuran		
	Bandwidth	Return loss	VSWR	Bandwidth	Return loss	VSWR
1	64	-11.182	1.832	28	-13.271	1.773



Gambar 4.2 Hasil pengukuran return loss pada simulasi dan realisasi



Gambar 4.3 Hasil pengukuran VSWR simulasi dan realisasi

4.3 Pengukuran Gain dan Pola Radiasi

4.3.1 Pengukuran Gain

Pengukuran gain pada proyek akhir ini menggunakan metode 3 antenna. Metode tersebut digunakan untuk membandingkan 3 kombinasi daya yang masuk ke antenna Tx dengan daya yang diterima antenna Rx menggunakan konsep transmisi Friss, setelah jarak antara kedua antenna diketahui, diukur dengan kombinasi antenna (1-2), (1-3) dan (2-3).

- a. Antena 1 ke Antena 2

$$G1 + G2 = [20\log 4\pi R/\lambda + 10\log WR_2/WT_1] \tag{4.1}$$

- b. Antena 1 ke Antena 3

$$G1 + G3 = [20\log 4\pi R/\lambda + 10\log WR_3/WT_1] \tag{4.2}$$

- c. Antena 2 ke Antena 3

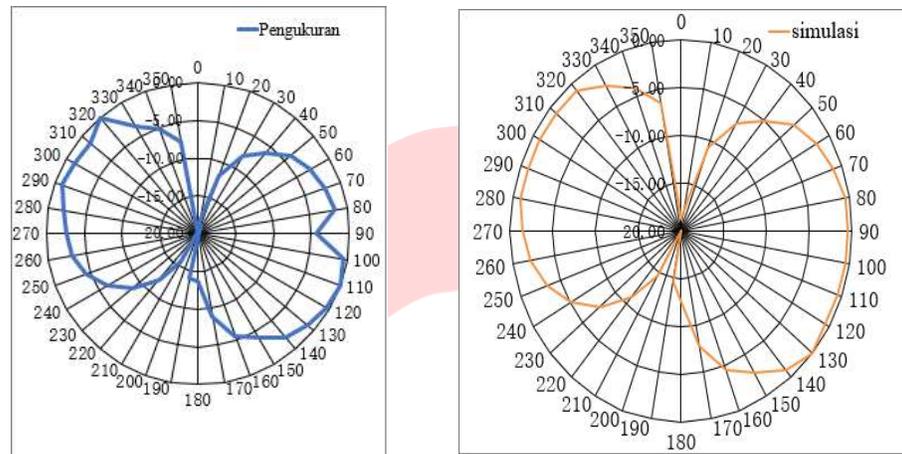
$$G2 + G3 = [20\log 4\pi R/\lambda + 10\log WR_3/WT_2] \tag{4.3}$$

Tabel 4.2 Hasil perbandingan simulasi dan pengukuran *gain*

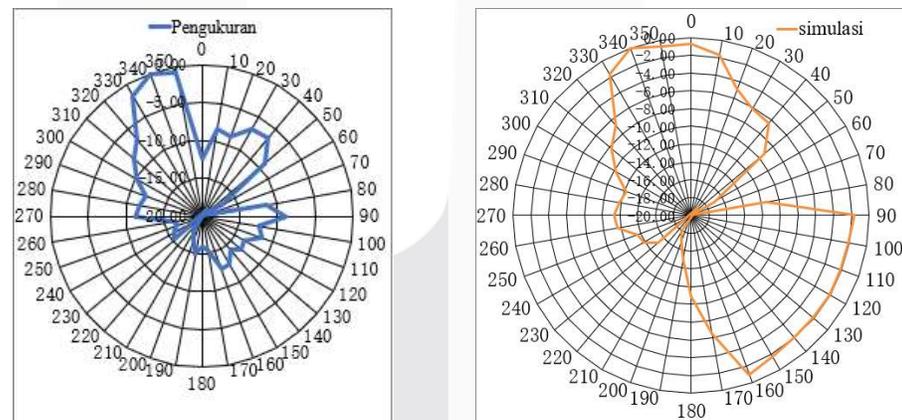
No	Parameter	Simulasi	Pengukuran
1	Gain (dBi)	3.58	3.66

4.3.2 Pengukuran Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi pada proyek akhir ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu ukur pola radiasi, sehingga hasil yang didapat bisa sesuai dengan sudut putaran yang sudah ada pada alat tersebut.



Gambar 4.4 Hasil perbandingan pengukuran dan simulasi pola radiasi azimuth



Gambar 4.5 Hasil perbandingan pengukuran dan simulasi pola radiasi elevasi

4.4 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Simulasi

Tabel 4.3 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran

Parameter	Simulasi	Pengukuran
VSWR	1.832	1.773
<i>Return Loss</i>	-11.182	-13.271
<i>Bandwidth</i>	64	28
<i>Gain</i>	3.58	3.66
Pola Radiasi	Bidireksional	Bidireksional

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi perancangan serta pengukuran antenna dipol *array* 2 yang memiliki Panjang dipol 21.15 cm ini dengan bahan aluminium batangan dengan frekuensi kerja pada 630 MHz, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbedaan hasil pabrikan dan simulasi disebabkan beberapa faktor diantaranya adalah pada saat melakukan pengukuran bukan pada ruangan tanpa gema untuk menghindari dari pengaruh interferensi, kurang teliti pada saat pabrikan sehingga menyebabkan perbedaan antara simulasi dengan pabrikan.
2. Nilai *gain* yang didapat dari antenna dipol *array* yaitu sebesar 3.66 dBi, nilai *gain* dari pengukuran lebih besar dibandingkan dengan simulasi yang telah dibuat.
3. Pola radiasi yang didapat hampir mendekati dengan apa yang telah disimulasikan, hanya pada pengukuran pola radiasi elevasi ada beberapa sudut yang cukup melenceng jauh dari hasil simulasi.
4. Nilai VSWR pengukuran adalah 1.773 sedangkan pada simulasi adalah 1.832, berbeda namung masih dekat nilainya dan juga masih masuk dalam nilai VSWR yang dapat digunakan yaitu $VSWR \leq 2$
5. Nilai *return loss* dan *bandwidth* jauh berbeda dengan hasil simulasi, pada simulasi nilai *return loss* didapat -11.182 dan *bandwidth* adalah 64 MHz namun pada hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai *return loss* adalah -13.271 dan *bandwidth* adalah 28 MHz. faktor yang menyebabkan hal ini bias terjadi adalah karena keterbatasan alat dan tempat pada saat melakukan pabrikan dan pengukuran.

Saran

Pada Proyek Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dengan harapan untuk peneliti selanjutnya mendapatkan hasil kinerja antenna yang lebih optimal. Adapun saran penulis untuk pengembangan lanjutan proyek akhir ini :

1. Pada tahapan pabrikan dianjurkan untuk lebih teliti lagi agar tidak adanya perbedaan dimensi antara simulasi dengan pengukuran. Apabila tidak ada perbedaan maka hasil yang akan didapatkan lebih optimal lagi.
2. Peneliti selanjutnya dapat mengganti jenis kabel yang lain, untuk mengetahui bagaimana karakteristiknya ketika menggunakan jenis kabel yang berbeda.
3. Jenis substrat mungkin dapat diganti dengan yang lebih baik lagi agar dapat menghasilkan karakteristik antenna yang lebih optimal.
4. Pengukuran medan jauh akan lebih baik jika dilakukan pada Anechoic chamber agar tidak ada gangguan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. A.B. Simanjuntak. "Diktat Kuliah Teknik Antena". Politeknik Negeri Bandung. 2007.
 [2]. A.C. Balanis. Antena Theory : Analysis Design Third Edition. John Willey & Sons. Inc. 2005.

- [3]. Achmad Munir, Kusmadi, Zenal Aripin, Endon Bharata, Sugihartono, Yussi Perdana Saputra, Iskandar, "Radio Telecommunication and Microwave Laboratory School of Electrical Engineering and Informatics", Institut Teknologi Bandung, Indonesia. 2016
- [4]. Bambang, 2015. Perhitungan *Gain* dan dB. Vol 1, No.1, Page 10-25
- [5]. Feriandi Mirza, "Optimasi Kebutuhan *Bandwidth* untuk Kebutuhan Siaran TV Digital Terrestrial dan Layanan Mobile Broadband di Pita Frekuensi UHF". Universitas Indonesia. 2011
- [6]. H.J Visser. "Array and Phased Array Antena Basic". John Wiley & Sons Ltd
- [7]. Hary bambang, dkk, 2007. Sistem TV Digital dan Prospeknya di Indonesia. Vol 1. No.1 page 20-28
- [8]. P.P. Tawde. 2015. Halfwave Dipol Antena For Satellite Communication Application. IJARSE, Vol. 4, No. 4, Page: 104-105

