

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA DIPOL SILANG UHF DENGAN REFLEKTOR PLANAR HORIZONTAL UNTUK PENERIMA TV DIGITAL DVB-T2

DESIGN AND REALIZATION OF UHF CROSS DIPOLE ANTENNA WITH HORIZONTAL PLANAR REFLECTOR FOR DVB-T2 DIGITAL TV RECEIVER

Imam Muaffiq¹ , Heroe Wijanto.² , Yuyu Wahyu³

¹ Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

² Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³ PPET, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bandung

¹imammuaffiq@students.telkomuniversity.ac.id, ²heroe@telkomuniversity.ac.id, ³yuyu.wahyu@lipi.go.id

Abstrak

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 2018 dengan mengeluarkan Peraturan Menteri Kominfo No.32 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Secara Digital dan Penyiaran Multipleksing Melalui Sistem Terrestrial^[1]. Salah satu perangkat yang dibutuhkan untuk menunjang terselenggaranya komunikasi televisi adalah antenna. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dan realisasi antenna dipol silang dengan reflektor planar horizontal untuk penerima tv digital dengan bahan tembaga. Perancangan antenna ini menggunakan software CST Studio Suite dan beroperasi pada frekuensi 470-806 MHz dengan gain $\geq 2,15$ dBi, bandwidth 336 MHz, VSWR ≤ 2 , pola radiasi omnidirectional pada bidang horizontal dan polarisasi linier horizontal. Hasil pengukuran yang didapatkan menunjukkan bahwa antenna dapat bekerja pada frekuensi 470-806 MHz. Gain maksimum yang didapatkan 5,821 dBi. VSWR pada frekuensi tengah ($f_c = 638$ MHz) adalah 1,283 dan bandwidth 466 MHz. Pola radiasi omnidirectional pada bidang horizontal dan polarisasi elips horizontal dengan axial ratio sebesar 6,07 dB.

Kata Kunci : Televisi Digital, UHF , Dipol Silang, Reflektor Planar

Abstract

Television is one of the receiving device resources are most often used by people today. The Government has a target migration of analog to digital television in 2018 with the Minister of Communications and Information Technology issued Regulation No.32 of 2013 on the Implementation of Digital Television Broadcasting In Through multiplexing and Broadcasting Terrestrial Systems [1]. One of the devices needed to support the implementation of television communication is the antenna. At this final project design and realization of cross dipole antenna with horizontal planar reflector for digital TV receivers with copper material. This antenna design using CST Studio Suite software and operates at a frequency of 470-806 MHz with $\geq 2,15$ dBi gain, bandwidth of 336 MHz, VSWR ≤ 2 , omnidirectional radiation pattern in the horizontal plane and horizontal linear polarization. The measurement results obtained show that the antenna can work at a frequency of 470-806 MHz. The maximum gain is obtained 5,821 dBi. VSWR at center frequency ($f_c = 638$ MHz) is 1,283 and 466 MHz bandwidth. Omnidirectional radiation pattern in the horizontal plane and horizontal ellipses polarization with axial ratio of 6.07 dB.

Keywords: Digital television, UHF, Cross Dipole, Planar Reflector

1. Pendahuluan

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 2018 dengan mengeluarkan Peraturan Menteri Kominfo No.32 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Secara Digital dan Penyiaran Multipleksing Melalui Sistem Terrestrial^[1]. Pemerintah melakukan riset TV digital dengan teknologi digital terkini DVB-T2 (*Digital Video Broadcasting Terrestrial Second Generation*) menggunakan frekuensi UHF 470 – 806 MHz^[3]. Salah satu perangkat yang dibutuhkan untuk menunjang terselenggaranya komunikasi televisi adalah antenna. Pada tugas akhir ini dilakukan perancangan dan realisasi antenna dipol silang dengan reflektor planar horizontal untuk penerima tv digital dengan bahan tembaga. Perancangan antenna ini menggunakan software CST Studio Suite dan beroperasi pada frekuensi 470-806 MHz dengan gain $\geq 2,15$ dBi,

bandwidth 336 MHz, VSWR ≤ 2, pola radiasi omnidirectional pada bidang horisontal dan polarisasi linier horisontal. Tujuan pembuatan antenna ini adalah untuk merealisasikan antenna penerima TV digital tanpa pengarah dalam pemasangan. Pembuatan antenna dilakukan dengan metodologi eksperimental.

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Televisi Digital dan Pita Frekuensi

Televisi digital adalah jenis televisi yang menggunakan modulasi digital dan sistem kompresi untuk menyiarkan sinyal gambar, suara, dan data ke pesawat televisi. Televisi digital merupakan alat yang digunakan untuk menangkap siaran TV digital, perkembangan dari sistem siaran analog ke digital yang mengubah informasi menjadi sinyal digital berbentuk bit data seperti komputer^[9]. Penyiaran televisi digital terrestrial adalah penyiaran yang menggunakan frekuensi radio VHF / UHF seperti halnya penyiaran analog, akan tetapi dengan format konten yang digital. Penyiaran TV digital hanya mengenal dua status: 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^[8]. Dalam penyiaran televisi digital digunakan alokasi frekuensi UHF yang digunakan televisi analog saat ini yaitu pada band IV dan V UHF (470-806 MHz)^[3].

2.2 Antena Dipol

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 sinyal EM pada saluran transmisi. Antena merupakan perangkat pasif dan tidak menguatkan sinyal tetapi mengarahkan sinyal^[2]. Pancaran gelombang dengan efisiensi yang tinggi bisa dicapai apabila sebuah antena memiliki tingkat penyesuaian yang baik antara saluran transmisi dan ruang bebas, atau secara lebih spesifik jika impedansi saluran transmisi sistem transceiver “matched” dengan impedansi radiasi antena tersebut.

Antena Dipol adalah antena yang paling banyak digunakan karena memiliki struktur sederhana dan sering digunakan sebagai dasar untuk pembuatan antena komplek. Dalam penelitian ini digunakan antena dipol λ/2. Arus yang mengalir pada setiap kawat akan sama besar dan arahnya juga sama. Persamaan umum antena dipol adalah

$$I(z) = I_m \sin \left[\beta \left(\frac{L}{2} - |z| \right) \right] \quad z < \frac{L}{2} \tag{1}$$

Dengan persamaan medan jauh antena dipol

$$E_\theta = j\eta \frac{e^{-j\beta r}}{2\pi r} I_m \left(\frac{\cos[(\beta L/2)\cos\theta] - \cos(\beta L/2)}{\sin\theta} \right) \tag{2}$$

Panjang antena dipol ditentukan berdasarkan frekuensi kerja. Untuk menentukan nilai panjang gelombang λ digunakan rumus :

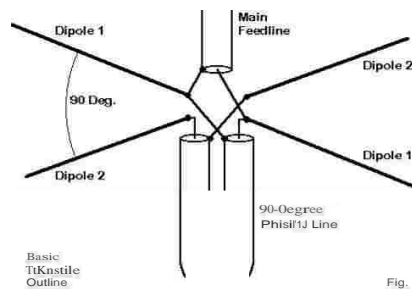
$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{3}$$

dengan nilai c = 3 x 10⁸ m/s

Antena dipol linier tipis dikenal dengan karakteristik narrowband. Hal ini tidak sesuai dengan frekuensi kerja TV pada band UHF yang cukup lebar. Untuk mengatasi hal ini maka digunakan teknik memperbesar ukuran diameter batang dipol sehingga memberikan bandwidth yang lebih lebar.

2.3 Antena Dipol Silang

Antena dipol silang adalah antena yang disusun dari dua buah antena dipol yang disusun saling tegak lurus membentuk tanda + dan dicatu dengan amplituda yang sama tapi dengan fasa yang berbeda 90°. Tujuan penyusunan antena dipol silang ini adalah untuk menghasilkan pola radiasi yang mendekati omnidirectional dibandingkan terhadap antena dipole tunggal^[7].



Gambar 1 Antena Dipol Silang^[7]

Total momen dipol listrik dari antena adalah :

$$\mathbf{p} = p_0 e^{-i\omega t} = (x+iy) e^{-i\omega t} \tag{4}$$

Persamaan medan listrik dan medan magnet dua antena dipol silang yang saling tegak lurus adalah :

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q \mathbf{v} \times \mathbf{r}}{r^3}, \quad \mathbf{E} = \mathbf{B} \times \mathbf{r} \tag{5}$$

Komponen dalam koordinat bola adalah :

$$r = r, \quad \theta = \theta, \quad \phi = \phi \tag{6}$$

$$E_\theta = B_\phi = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q \sin \theta}{r^2} \cos \phi (\cos \phi + i \sin \phi) \tag{7}$$

$$E_\phi = B_\theta = -\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q \sin \theta}{r^2} (\sin \phi - i \cos \phi) \tag{8}$$

2.4 Antena Reflektor^[10]

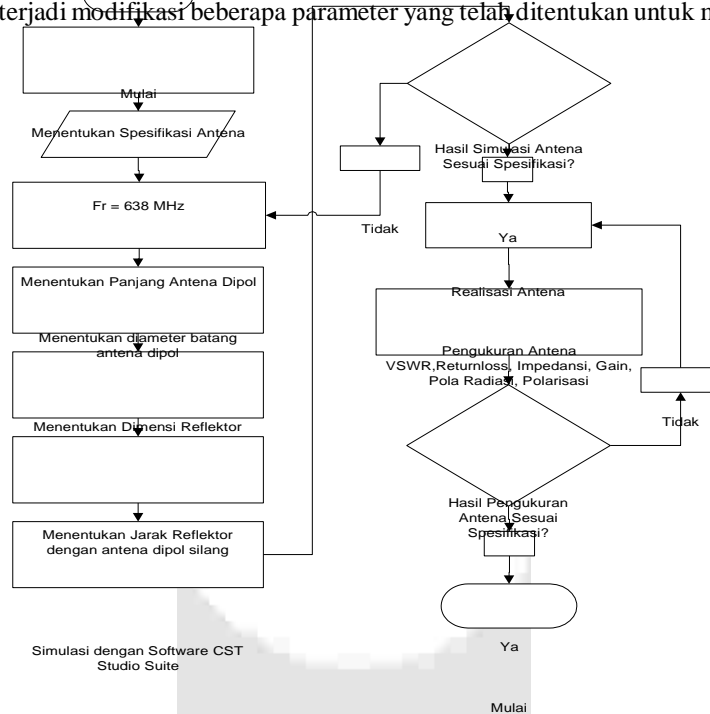
Antena reflektor adalah antena yang sering digunakan sebagai pelengkap antena utama. Karakteristik antena reflektor dapat digunakan untuk tujuan mengubah diagram arah, menaikkan *gain*, dan memperbesar *front to back ratio*. Jenis antena reflektor antara lain reflektor bidang datar, sudut, dan paraboloid. Dalam Tugas Akhir ini akan digunakan reflektor jenis bidang datar berbahan aluminium untuk meningkatkan gain antena. Konsep antena reflektor bidang datar adalah pencerminan antena terhadap bidang datar^[10]. Antena dipol $\lambda/2$ dengan reflektor bidang datar memberikan penguatan :

$$G_f(\phi) = 2\sqrt{\frac{R_{11} + R_L}{R_{11} + R_{12} - R_{12}}} |\sin(Sr \cos \phi)| \tag{9}$$

3. Pembahasan

3.1 Perancangan Antena

Pada perancangan antena ini terdapat beberapa tahapan seperti terlihat pada gambar 2. Pada proses simulasi dimungkinkan terjadi modifikasi beberapa parameter yang telah ditentukan untuk mendapatkan hasil yang dibutuhkan.



Gambar 2 Diagram Alir Pembuatan Antena

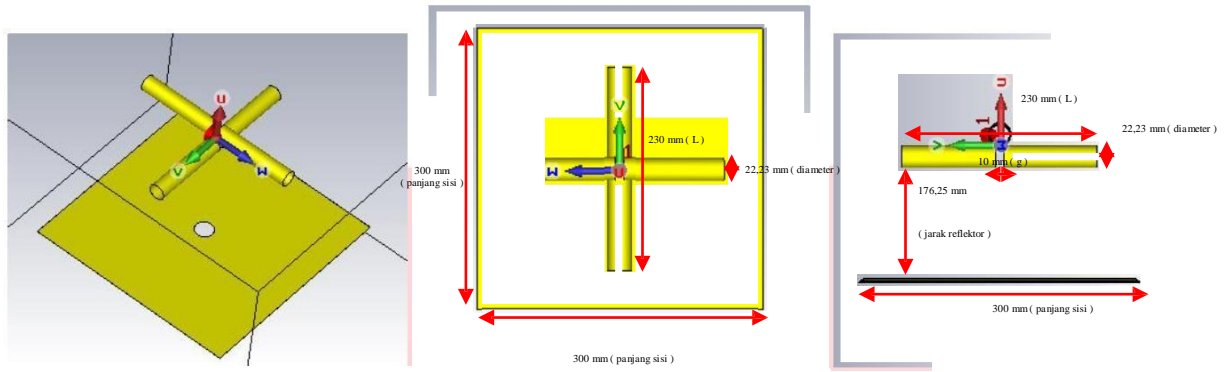
Nilai λ dapat dihitung dari persamaan (3) didapatkan hasil $\lambda = 0,47$ m dengan nilai $f_c = 638$ MHz. Untuk menghitung panjang batang dipol digunakan rumus

$$L = \lambda \times k \times 0,5 \tag{10}$$

dengan k = nilai *velocity factor* untuk tembaga dengan nilai 0.95 dan didapatkan nilai $L = 22,325$ mm

Dalam pencatutan antena dipol silang ini mengacu pada antena *turnstile*, yaitu dengan membedakan fasa antar antena sebesar 90° . Metode penggeser fasa antar antena dipol setengah lamda menggunakan saluran kabel koaksial sepanjang $\frac{1}{4}$ lamda dari antena satu ke antena yang lain. Sehingga panjang saluran kabel koaksial ini adalah :

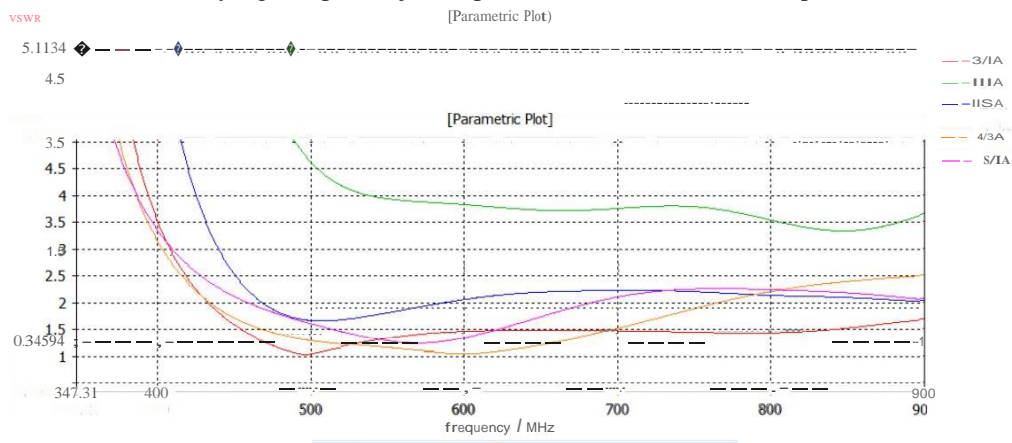
$$L_{shifter} = \frac{1}{4} \times \lambda \times 0.95 = \frac{1}{4} \times 0,47 \text{ m} \times 0,95 = 11,16 \text{ mm}$$



Gambar 3 Bentuk dan Dimensi Antena Dipol Silang dengan Reflektor Planar Horizontal

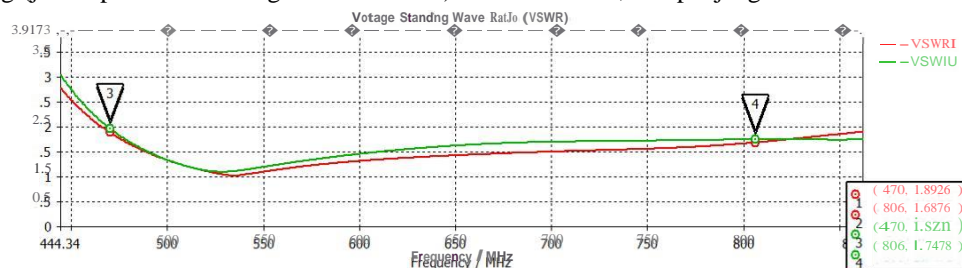
3.2 Hasil Simulasi

Dari hasil nilai VSWR didapatkan dimensi antenna yang memberikan hasil optimal sesuai spesifikasi yaitu dengan nilai L (panjang antenna dipol) sebesar 250 mm, nilai r (jari-jari silinder batang dipol) sebesar 14,29 mm, dan nilai g (jarak spasi antar batang silinder antenna) sebesar 10 mm. Setelah didapatkan hasil yang optimal kemudian antenna utama ditambahkan dengan antenna reflektor dengan panjang sisi 300 mm dan pengaturan jarak kelipatan $1/8 \lambda$. Dari hasil yang didapatkan jarak optimal antenna reflektor terhadap antenna utama adalah $3/8 \lambda$.



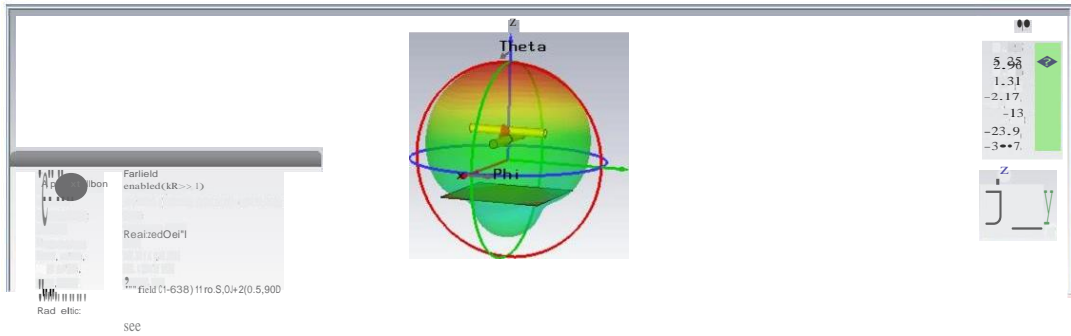
Gambar 4 Nilai VSWR Dipol Silang dengan Reflektor Berdasarkan Jarak

Penambahan antenna reflektor disamping mempengaruhi nilai VSWR juga mempengaruhi bandwidth antenna. Sehingga antenna masih dapat dioptimasi untuk alasan efisiensi bahan. Dimensi optimal antenna utama memberikan nilai L (panjang antenna dipol) sebesar 230 mm, nilai r (jari-jari silinder batang dipol) sebesar 11,115 mm, nilai g (jarak spasi antar batang silinder antenna) sebesar 10 mm, dan panjang sisi reflektor 300 mm.

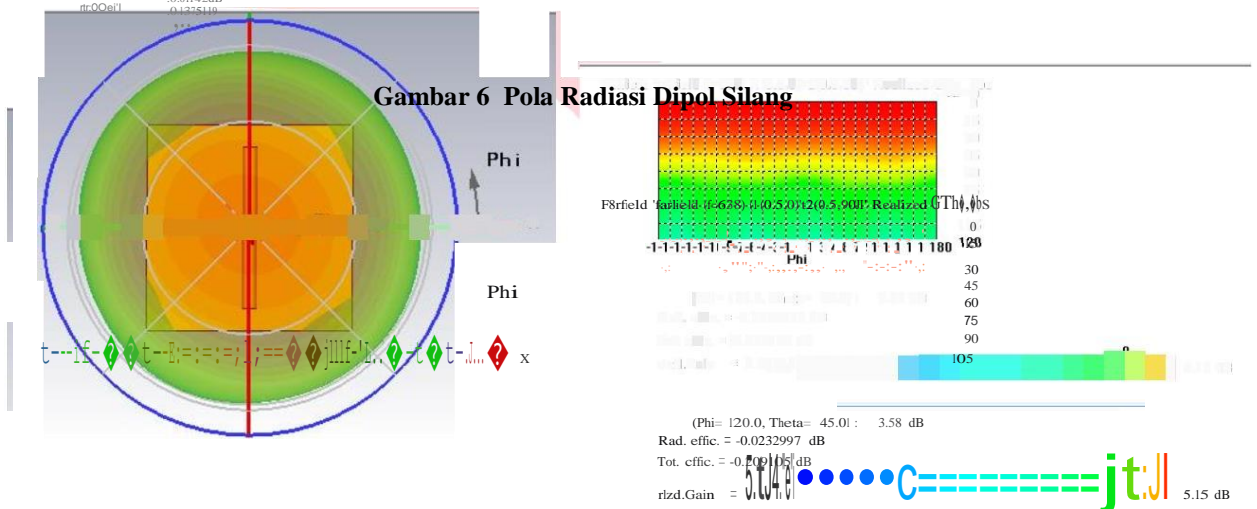


Gambar 5 Hasil VSWR setelah optimasi

Hasil nilai VSWR setelah antenna dioptimasi memenuhi spesifikasi antenna yang diinginkan yaitu nilai $VSWR \leq 2$. Dan bandwidth yang didapatkan sebesar 422 MHz dari 469 - 891 MHz. Sehingga untuk rentang frekuensi 470-806 MHz terpenuhi



Gambar 6 Pola Radiasi Dipol Silang



Gambar 7 Pola Radiasi Dipol Silang Bidang Horisontal

Gambar 8 Gain Antena Dipol Silang

Pola radiasi yang didapatkan omnidirectional pada bidang horisontal. Gain maksimum yang didapatkan adalah 3,58 dBi pada bidang horisontal dengan sudut $\theta=45^\circ$. Dan nilai impedansi $104,230573-j8,040066$ pada frekuensi tengah 638 MHz.

3.3 Hasil Pengukuran

Pengukuran antenna dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan performansi antenna yang telah direalisasikan. Hasil pengukuran dijadikan sebagai tolak ukur kelayakan antenna yang dirancang terhadap spesifikasi yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan analisis terhadap hasil pengukuran.

Jarak yang baik untuk penempatan antenna pemancar dan penerima dapat dihitung dengan persamaan

$$R_{min} > \frac{2D^2}{\lambda} \tag{11}$$

Dimana R_{min} adalah jarak minimum antenna pemancar dan antenna penerima

D adalah ukuran terpanjang dimensi antenna

λ adalah panjang gelombang pada frekuensi kerja

Jarak ini diukur berdasarkan pertimbangan terhadap dimensi antenna under test dan antenna referensi yang digunakan sebagai pemancar atau penerima. Sehingga jarak medan jauh terpenuhi untuk kedua antenna.

Pengukuran *return loss*, VSWR, dan impedansi masukan dilakukan di dalam ruangan (*indoor*). Tujuan pengukuran *return loss* adalah untuk mengetahui besar daya yang dipantulkan oleh antenna terhadap daya yang diberikan ke antenna dari saluran transmisi. Tujuan pengukuran VSWR adalah untuk mengetahui perbandingan tegangan maksimum dan tegangan minimum di sepanjang saluran transmisi. Tujuan pengukuran impedansi masukan adalah untuk melihat kesesuaian antara saluran transmisi dan antenna. Hasil pengukuran tabel berikut ini

Tabel 1 Hasil Pengukuran Returnloss

| Frekuensi (MHz) | Simulasi (dB) | Pengukuran (dB) |
|-------------------|-----------------|-------------------|
| 470 | -9,7059 | -10,597 |
| 638 | -12,814 | -18,148 |
| 806 | -11,304 | -12,975 |

Tabel 2 Hasil Pengukuran VSWR

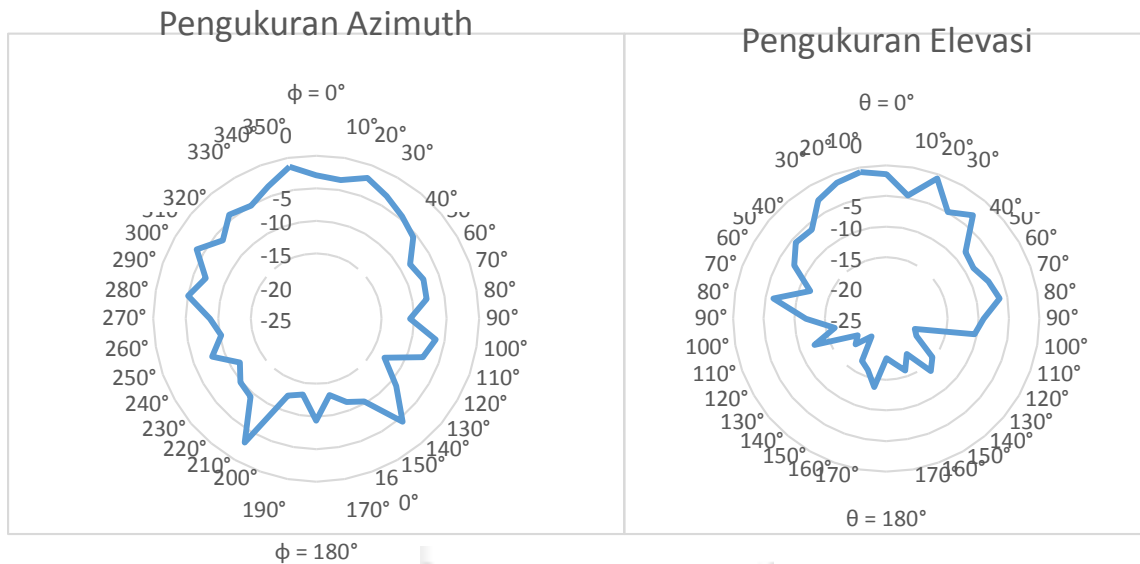
| Frekuensi (MHz) | Simulasi (dB) | Pengukuran (dB) |
|-------------------|-----------------|-------------------|
| 470 | 1,9723 | 1,887 |
| 638 | 1,5931 | 1,283 |
| 806 | 1,7478 | 1,579 |

Tabel 3 Hasil Pengukuran Impedansi

| Frekuensi (MHz) | Simulasi (dB) | Pengukuran (dB) |
|-------------------|----------------------|-------------------|
| 470 | 39,879549-j14,1495 | 27,219+j0,913409 |
| 638 | 104,230573-j8,040066 | 41,457+j7,505 |
| 806 | 118,3568-j8,96557 | 32,436-j5,938 |

Tabel 4 Hasil Pengukuran Gain

| Gain Maksimum Simulasi | Gain Maksimum Pengukuran |
|------------------------|--------------------------|
| 3, 58 dBi | 5,821 dBi |



Gambar 7 Hasil Pengukuran Pola Radiasi arah Azimuth dan Elevasi



Gambar 8 Hasil Pengukuran Polarisasi

Dari hasil pengukuran didapatkan hasil yang tidak sama persis dengan hasil simulasi. Hal ini disebabkan karena faktor ketelitian pada saat fabrikasi dan pengaruh lingkungan pada saat pengukuran karena pengukuran tidak dilakukan di ruang bebas gema. Namun dari hasil pengukuran sesuai dengan spesifikasi perancangan antenna.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil simulasi, realisasi, dan pengukuran adalah :

1. Antena yang direalisasikan pada tugas akhir ini telah memenuhi spesifikasi awal yang ditentukan dan dapat bekerja pada frekuensi UHF 470 – 806 MHz.
2. Antena dipol silang dengan reflektor planar horisontal ini mempunyai $VSWR \leq 2$ pada rentang frekuensi 410 – 876 MHz atau *bandwidth* 466 MHz dan gain maksimal sebesar 5,821 dBi. Pola radiasi yang dihasilkan adalah *omnidirectional* pada bidang horisontal dan polarisasi elips horisontal dengan axial ratio sebesar 6,07 dB.
3. Hasil pengukuran tidak sama persis dengan hasil simulasi. Hal ini disebabkan oleh tingkat ketelitian pada saat fabrikasi dan pengaruh lingkungan yang tidak terkendali.
4. Hasil simulasi dan hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.1 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran

| Parameter | Simulasi | Pengukuran |
|--|------------------------|------------------------|
| VSWR ($F_c = 638$ MHz) | 1,5931 | 1,283 |
| Bandwidth | 422 MHz | 466 MHz |
| Impedansi | 104,230573-j8,040066 | 41,457+j7,505 |
| Gain Maksimum (dBi) | 3,58 dBi | 5,821 dBi |
| Pola Radiasi | <i>Omnidirectional</i> | <i>Omnidirectional</i> |

5. Daftar Pustaka

- [1] Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. 2013. *Penyelenggaraan Penyiaran Televisi Secara Digital dan Penyiaran Multiplexing Melalui Sistem Terrestrial*. Jakarta : Depkominfo.
- [2] A. B. Simanjuntak. "Diklat Kuliah Teknik Antena". Politeknik Negeri Bandung. 2007.
- [3] Setiawan, Denny. "Alokasi Frekuensi Kebijakan dan Perencanaan Spektrum Indonesia". Jakarta : Direktorat Jendral Pos dan Telekomunikasi, 2010.
- [4] Kraus, John D., R.J. Marhefka. *Antenna for All Applications*. McGraw Hill : New York. 1998.
- [5] A.C. Balanis. *Antenna Theory : Analysis Design Third Edition*. John Willey & Sons. Inc. 2005.
- [6] Alaydrus, Mudrik. "Antena Prinsip dan Aplikasi". Graha Ilmu : Yogyakarta. 2011.
- [7] Mcdonald, Krik T., Radiation of Turnstile Antennas Above a Conducting Ground Plane. 2008.
- [8] Kominfo, 2011, "Tentang TV Digital", [online], (http://tvdigital.kominfo.go.id/?page_id=7), diakses tanggal 8 Juni 2014.
- [9] http://id.wikipedia.org/wiki/Televisi_digital, diakses tanggal 12 Desember 2014.
- [10] Adriansyah, Nachwan Mufti. "Modul 5 Macam-macam Antena". Institut Teknologi Telkom. 2004.
- [11] Hamzah, Amir. "Perancangan Dan Realisasi Antena Penerima Tv Segala Arah Pada Frekuensi 400 Mhz – 800 Mhz". Laporan Tugas Akhir Universitas Telkom. 2011.

