



**RANCANG BANGUN ANTENA TV DIPOLE PADA
FREKUENSI KERJA 586 MHZ**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan Sarjana Pada Program
Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UHAMKA
Program Pendidikan Strata-1 (S1)

Muhammad Rivai

1103025011



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2017**

**RANCANG BANGUN ANTENA TV DIPOLE PADA
FREKUENSI KERJA 586 MHZ**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan Sarjana Pada Program
Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UHAMKA
Program Pendidikan Strata-1 (S1)

Muhammad Rivai

1103025011



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rivai

Nim : 1103025011

Judul Skripsi : Rancang Bangun Antena TV Dipole Pada Frekuensi Kerja 586 MHz

Menyatakan bahwa, Skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu intitusi perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuannya saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab pribadi.

Jakarta, 14 Agustus 2017



Muhammad Rivai

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN ANTENA TV DIPOLE PADA FREKUENSI KERJA
586 MHZ**

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana

Teknik Elektro

Oleh:

Muhammad Rivai


1103025011


Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke sidang skripsi

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Kun Fayakun, M.T.

Drs. Arjoni Amir, B.Sc., M.T.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik UHAMKA



Oktarina Heriyani, S.Si., M.T.

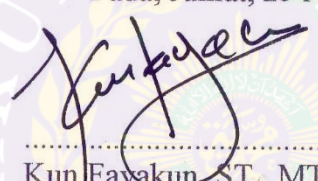
HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ANTENA TV DIPOLE PADA FREKUENSI KERJA
586 MHZ

SKRIPSI

Oleh:
Muhammad Rivai
1103025011

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA
Pada, Jumat, 25 Agustus 2017


Pembimbing I : 
Kun Fayakun, ST., MT.

Pembimbing II : 
Drs. Arjoni Amir, B.Sc., M.T.

Penguji I : 
Dr. Harry Ramza, MT

Penguji II : 
Dwi Astuti C, ST., MT.
Mengetahui,
Ketua Program Studi,
Teknik Elektro

Mengesahkan,
Dekan,
Fakultas Teknik UHAMKA


Dr. Sugema, ST., M.Kom


Oktarina Heriyani, S.Si., MT.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbi alamin* tidak hentinya saya sanjungkan atas nikmatNya. Kesabaran dalam menulis, kemudahahan dalam berfikir, jalan yang lurus disediakan olehNya. Menyelesaikan amanah sebagai Mahasiswa, yaitu menyelesaikan pengerjaan Skripsi dengan judul “Rancang Bangun Antena TV Dipole Pada Frekuensi Kerja 586 MHz.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi amanah sebagai Mahasiswa dijenjang pendidikan S1 Teknik Elektro di Fakultas Teknik UHAMKA. Terimakasih sebanyak – banyaknya kepada keluarga, khususnya kedua Orang Tua yang telah memberikan segenap dukungan dan nasehat kepada saya. Teruntuk pihak yang telah membantu, Penulis ingin mengucapkan terimakasih juga kepada :

1. Bapak Kun Fayakun, ST., MT selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak memberikan masukan dan nasehat dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Arjoni Amir, B.Sc., MT selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak memberikan pengalamannya dibidang Antena dalam skripsi ini.
3. Ibu Oktarina Heriyani, S.Si., MT selaku kaprodi teknik elektro yang selalu mensupport dan mengingatkan penulis tentang menyelesaikan studinya.
4. Kepala Lablaboratotium Bapak Dr. Ir. R. Harry Arjadi, M. Sc., dan Tim LAB EMC P2SMTP Priyo Wibowo, M. Si., Hutomo Wahyu Nugroho, M.T., Muhammad Imam Sudrajat, S.T., M.Si., Yudhistira, S.Si., Mohamad Khoirul Anam, S.Si., Yoppy, S.T., M.Sc., dan terkhusus Haryo Dwi Prananto, Ssi., yang membimbing dan mengarahkan di proses pengukuran Antena.
5. Teman – teman terhebat yang selalu mengingatkan dan menegur penulis , Riri yang mendahului sebagai penyemangat, teman seperjuangan dan seangkatan Teknik Elektro P.S.T. yang setia direpotkan.
6. Seluruh Mahasiswa yang terus mengingatkan penulis tentang skripsi, sehingga terus mengingat akan amanah penulis sebagai Mahasiswa.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan penulisan skripsi ini masih banyak yang dapat dikembangkan dan kekurangan, keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun kualitas teknologi, demi perbaikan dikemudian hari.

Jakarta, 14 Agustus 2017



Muhammad Rivai



ABSTRAK

Antena sebagai pemancar/ penerima sinyal dalam sistem jaringan *nirkabel* merupakan bagian sangat vital untuk menentukan kualitas sinyal. Pada sistem jaringan televisi pada sisi pengguna televisi (TV) antena berfungsi sebagai penerima. Masalah umum yang timbul pada hasil penerimaan gambar disisi pengguna khususnya perkotaan yaitu gambar yang baik hanya di sebagian channel TV.

Perancangan antena difokuskan untuk wilayah perkotaan, dimana stasiun pemancar tidak terlalu jauh dari pengguna TV. Dengan parameter antena yang menjadi dasar adalah *Voltage Standing Wave Rasio (VSWR)*, *return loss*, Pola Radiasi, *Gain* untuk menentukan desain antena yang diinginkan. Frekuensi kerja antena menggunakan frekuensi kerja TV indonesia. Setelah penataan ulang frekuensi TV digital yaitu 478 -694 MHz dengan frekuensi tengah sebagai acuan desain adalah 586 MHz. Dengan konsep antena Dipole yang dimodifikasi desain menjadi menyerupai huruf H.

Hasil simulasi antena menggunakan *software* pada frekuensi 586 MHz adalah *VSWR* 1,07, *Gain isotropic* 2,12 dB dengan pola radiasi melingkar. Pada hasil pengukuran, antena dapat bekerja pada frekuensi 478 – 694 Mhz dengan menggunakan alat ukur *network analyzer* dan *semi anechoic chamber* di laboratorium Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Parameter yang dihasilkan adalah, *VSWR* 1,54, *Return loss* -13,5 dB, *Gain* 0,87 dB dengan pola radiasi melingkar dengan sedikit cekung kedalam di beberapa sisi.

Kata kunci : VSWR, Pola Radiasi, Gain, Return loss

ABSTRACT

Antenna as signal transmitter/receiver in a wireless network system is a very vital part in determining the signal quality. In the television (TV) network system, antenna is the receiver for the user side. Common problems arise, especially in the urban area, is the outcome of the user's image acceptance that only good for some TV channels.

The design of the antenna is focused on the urban areas, where the transmitting stations are not too far away from the TV users. The basic antenna parameters used are the Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), return loss, Radiation Pattern, and Gain to determine the desired antenna design. The working frequency of the antenna uses the working frequency of Indonesia TV. After rearranging the digital TV frequency, the result is 478 -694 MHz with the middle frequency as the design reference is 586 MHz. With the modified Dipole antenna concept that is designed to resemble the H letter.

The result of antenna simulation using software at frequency 586 MHz is VSWR 1.07, and isotopic Gain 2.12 dB with circular radiation pattern. In the measurement results, the antenna works on frequency of 478 - 694 Mhz using a network analyzer and semi anechoic chamber in the laboratory of Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). The resulting parameters are VSWR 1.54, Return loss -13.5 dB, Gain 0.87 dB with circular radiation pattern with slightly concave into some sides.

Keywords: VSWR, Radiation Pattern, Gain, Return loss

DAFTAR ISI

COVER.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Perancangan.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Perancangan.....	3
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Konsep Antena.....	5
2.1.1 Antena Kawat.....	6
2.1.2 Antena Penerima	7
2.1.3 Antena Dipole	7
2.2 Parameter Antena.....	8
2.2.1 Pola Radiasi.....	9

2.2.1.a Pola Radiasi Lobe.....	9
2.2.1.b Pola Omnidirectional	10
2.2.2 Efisiensi Antena	10
2.2.3 Lebar Pita (<i>Bandwidth</i>)	12
2.2.4 Gain.....	12
2.3 Mmana-Gal	13
BAB 3 PERANCANGAN ANTENA DAN PEMBUATAN PROTOTYPE ...	14
3.1 Perancangan Desain Antena	14
3.1.1 Diagram Alur Perancangan dan Pengukuran	14
3.1.2 Perhitungan Desain Antena.....	16
3.2 Perancangan desain antena menggunakan Mmana-Gal Basic.....	16
3.3 Pembuatan Prototype	27
3.3.1 Alat.....	27
3.3.2 Bahan	27
3.4 Pembuatan Protoype Antena Dipole H.....	28
BAB 4 ANALISIS HASIL SIMULASI DAN PENGUKURAN.....	31
4.1 Hasil Silmulasi Menggunakan <i>Software</i>	31
4.1.1 Nilai VSWR	31
4.1.2 Impedansi	32
4.1.3 Gain.....	33
4.1.4 Pola Radiasi.....	33
4.2 Proses Pengukuran Prototype	35
4.2.1 Prosedur pengukuran.....	35
4.2.1.a Prosedur administrasi	35

4.2.1.b Skema Alat ukur.....	35
4.2.2 Proses Pengukuran	36
4.3 Hasil pengukuran Prototype	39
4.3.1 VSWR dan <i>Return loss</i>	39
4.3.2 Pola Radiasi.....	40
4.3.2.a Prototype Antena secara Horizontal (Pemancar) Antena sistem secara Horizontal (Penerima)	43
4.3.2.b Prototype Antena secara Horizontal (Pemancar) Antena sistem secara Vertikal (Penerima)	45
4.3.2.c Prototype Antena secara Vertikal (Pemancar) Antena sistem secara Horizontal (Penerima)	46
4.3.2.d Prototype Antena secara Vertikal (Pemancar) Antena sistem secara Vertikal (Penerima).....	47
4.3.2.e Hasil pengukuran keseluruhan pola radiasi	48
4.4 Analisis Hasil Simulasi dan Pengukuran Prototype antena.....	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran	50
Daftar pustaka	51
LAMPIRAN.....	52

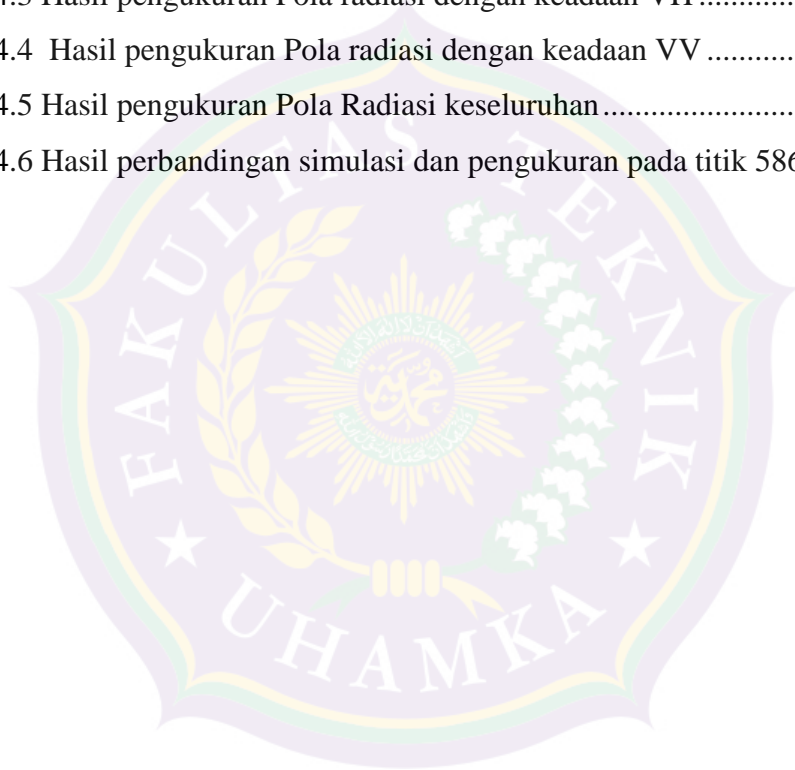
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Antena sebagai alat Transisi.....	5
Gambar 2.2 bentuk antena kawat	7
Gambar 2.3 Dipole antena.....	8
Gambar 2.4 Bentuk Pola Radiasi antena.....	9
Gambar 2.5 Pola <i>omnidirectional</i>	10
Gambar 2.7 ilustrasi proses Gain	13
Gambar 2.8 Antar Muka MMANA-GAL basic	13
Gambar 3.1 Alur perancangan dan pengukuran antena	15
Gambar 3.2 Tampak awal parameter <i>software</i>	17
Gambar 3.3 Setup parameter <i>software</i>	17
Gambar 3.4 Impedansi 75 ohm	18
Gambar 3.5 Frekuensi Kerja dan sumber antena	18
Gambar 3.6 Ground dan material antena	19
Gambar 3.7 Geometri Awal antena.....	19
Gambar 3.8 Bentuk awal antena dari geometri yang dimasukan.....	20
Gambar 3.9 geometri antena terakhir setelah dilakukan penyesuai	20
Gambar 3.10 Hasil kalkulasi desain antena	21
Gambar 3.11 Contoh salah satu percobaan (mendekatkan wire).....	22
Gambar 3.12 Contoh salah satu percobaan (melebarkan wire).....	22
Gambar 3.13 Contoh salah satu percobaan (Menjauhkan Wire)	23
Gambar 3.14 Geometri desain akhir antena.....	24
Gambar 3.15 Bentuk Desain Akhir antena	25
Gambar 3.16 Hasil kalkulasi desain akhir antena	25
Gambar 3.17 Pola Radiasi Antena	26
Gambar 3.18 Prototype Antena.....	30
Gambar 4.1 desain akhir antena dipole H.....	31
Gambar 4.2 Grafik nilai VSWR.....	32
Gambar 4.3 Grafik nilai Impedansi.....	32
Gambar 4.4 Grafik Gain.....	33

Gambar 4.5 Gambar pola radiasi 2 dimensi.....	34
Gambar 4.6 Pola radiasi antena 3 dimensi.....	34
Gambar 4.7 Skema Alat Ukur Lab. EMC.....	36
Gambar 4.8 <i>Balun</i> 75 ohm to 50 ohm.....	36
Gambar 4.9 <i>Network Analyzer</i>	37
Gambar 4.10 Proses Kalibrasi Alat ukur.....	38
Gambar 4.11 instal antena pada alat ukur.....	38
Gambar 4.12 Nilai <i>VSWR</i> prototype.....	39
Gambar 4.13 Antena sistem.....	41
Gambar 4.14 <i>Pyramid Absorber</i>	42
Gambar 4.15 Meja Putar dan RF Generator.....	42
Gambar 4.16 Pola Radiasi Pengukuran pertama.....	44
Gambar 4.17 Pola Radiasi Pengukuran kedua.....	45
Gambar 4.18 Pola Radiasi Pengukuran ketiga.....	46
Gambar 4.19 Pola Radiasi Pengukuran keempat.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 percobaan merubah desain antena dari panjang <i>wire</i>	23
Tabel 3.2 hasil kalkulasi simulasi Desain Antena akhir	26
Tabel 3.3 Alat Membuat Protoype	27
Tabel 3.4 Bahan membuat Prototype antena.....	27
Tabel 4.1 Hasil pengukuran Pola radiasi dengan keadaan HH	44
Tabel 4.2 Hasil pengukuran Pola radiasi dengan keadaan HV	46
Tabel 4.3 Hasil pengukuran Pola radiasi dengan keadaan VH	47
Tabel 4.4 Hasil pengukuran Pola radiasi dengan keadaan VV	48
Tabel 4.5 Hasil pengukuran Pola Radiasi keseluruhan.....	48
Tabel 4.6 Hasil perbandingan simulasi dan pengukuran pada titik 586 MHz	49



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antena adalah alat transmisi suatu gelombang elektromagnetik yang berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal gelombang elektromagnetik. dalam pengiriman sinyal antena mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik yang beresonansi pada udara bebas sedangkan dalam penerimaan sinyal antena mengubah gelombang elektromagnetik menjadi sinyal listrik yang membawa data yang diterima.

Antena dalam perkembangannya banyak berubah sesuai dengan jenis antenanya, jenis antena ditentukan oleh karakteristik dari sinyal yang akan di kirim atau diterima oleh antena itu sendiri. Pada bagian material bahan pembuatan antena umumnya terbuat dari aluminium karena harganya yang murah dan fleksibel dalam pembuatannya. Umumnya antena yang digunakan oleh masyarakat adalah antena tv *indoor*, dikarnakan fleksibel dan mudah dalam memperbaiki arah antena. Antena TV indoor yang umum digunakan oleh masyarakat masih banyak memiliki kelemahan dalam menangkap sinyal dari stasiun pemancar TV. Kualitas sinyal dan arah tangkapan sinyal merupakan hal yang penting pada antena sebagai komponen penerima sinyal.

Dipole antena merupakan salah satu jenis antena yang mempunyai polarisasi kedua arah, ini memungkinkan penerimaan sinyal elektromagnetik pada daerah yang lebih luas tetapi dengan jangkauan lebih pendek dari antena *directional* (satu arah). Pada perkembangannya kondisi antena pelanggan tv menentukan kualitas sinyal yang dipancarkan stasiun pemancar televisi. Kualitas penerima sinyal juga di tentukan oleh jenis dan desain antena dimasyarakat.

Pada penelitian paper sebelumnya yang saya kutip dari jurnal telekomunikasi yang di terbitkan oleh Universitas Telkom dengan judul “Perancangan dan realisasi antena penerima tv segala arah pada frekuensi 400 mhz - 800 MHz” menggunakan teknologi *turnstille*, teknologi *turnstille* yaitu menggabungkan

resonator berupa dua buah antenna yang dimensinya sama, hal ini dapat mengoptimalkan pola radiasi, frekuensi dan gain [1]. Namun fleksibilitas dari antenna tersebut kurang optimal.

Sesuai peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika nomor 29 tahun 2009 Frekuensi kerja stasiun televisi di Indonesia memiliki rentang frekuensi antenna pada 170 – 230 Mhz pada *Very High Frekuensi* (VHF) dan 478 – 854 MHz pada Ultra High Frekuensi (UHF). Penataan ulang kanal frekuensi tv analog sesuai dengan perkembangan tv digital dan teknologi telekomunikasi yang lain membuat alokasi frekuensi akan berubah dengan peraturan menteri Komunikasi dan Informatika tahun 2011 dan 2016, frekuensi tv indonesia menjadi 478 – 694 MHz sesuai dengan peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika nomor 22 tahun 2011.

Dalam hal ini antenna yang akan dirancang harus mampu menjawab persoalan yang ada di masyarakat, yaitu fleksibilitas ukuran dan pemasangan antenna serta dapat menghasilkan gambar yang berkualitas bagus di banyak channel yang di terima TV. Rancangan antenna mempunyai desain H berbasis antenna dipole.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang penulisan, bisa dirumuskan masalah bahwa kualitas gambar yang diterima antenna tv pada masyarakat kurang bagus disebagian channel dan fleksibel dalam hal ukuran serta penempatan, sehingga penelitian ini ingin merancang antenna TV *indoor* (dalam ruang) yang dapat mengatasi kekurangan – kekurangan antenna *indoor* di masyarakat.

1.3 Tujuan Perancangan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat antenna tv indoor berbasis antenna dipole berbentuk H yang memiliki nilai parameter *VSWR* sesuai standar IEEE 802. 16cc-99/27 R2 adalah $\leq 1,9$ dan dengan pola radiasi antenna kesegala arah (*omnidirectional*) pada frekuensi kerja 478 – 694 MHz.

1.4 Batasan Masalah

1. Software Perancang antenna menggunakan MMNAGAL Basic Versi 3.0.0.31
2. Material antenna menggunakan kawat tembaga dengan diameter 3 mm
3. Spesifikasi antenna sebagai berikut :
 - a. Frekuensi kerja : 478 – 694 MHz
 - b. Sistem antenna : Sebagai Penerima
 - c. Impedansi : 75 Ω Balance
 - d. VSWR : ≤ 2
 - e. *Return loss* : ≥ -10 dB
 - f. Pola radiasi : *Omnidirectional*

1.5 Metode Perancangan

Ada beberapa metode yang digunakan dalam proses perancangan antenna dipole ini. Metode ini dimaksud sebagai acuan dalam menyusun literatur sampai proses pengujian antenna.

Adapun tahapan metode yang dilakukan antara lain :

1. Studi Literatur

Proses studi literatur disini mencari referensi dari penelitian sebelumnya yang terkait dengan tema penelitian kali ini maupun pencarian teori – teori yang mendukung penelitian yang akan dilakukan, teori yang dicari merupakan dasar pemikiran untuk mengembangkan penelitian ataupun menyelesaikan permasalahan di masyarakat

2. Perancangan desain dan simulasi antenna menggunakan software

Perancangan desain bertujuan untuk menggambarkan antenna yang akan dibuat menjadi prototype sesuai dengan hitungan teoritis. Desain antenna memegang peran penting dalam menentukan parameter – parameter antenna nantinya.

Simulai antenna menggambarkan nilai parameter awal antenna melalui visual gambar dari *software* yang didesain untuk merancang sebuah antenna.

3. Pembuatan prototype antenna

Proses pembuatan prototype antenna merupakan langkah membuat antenna sesuai desain pada *software*. Pembuatan prototype akan menjadi contoh fisik bagaimana antenna terbentuk

4. Pengukuran

Pengukuran antenna akan menghasilkan parameter antenna sebenarnya dan untuk menganalisis, hasil simulasi dan hasil pengukuran antenna di laboratorium.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. S. N. H. L. Amir Hamzah, "PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA PENERIMA TV SEGALA ARAH," *Telekomunikasi*, vol. I, no. 9, p. 1, 2011.
- [2] C. A. Balanis, *Antenna Theori Analysis and Design*, vol. II, Kanada: John Wiley & Sons Inc, 2005.
- [3] U. Fadlillah, "Simulasi Pola Radiasi Antena Dipole Tunggal," vol. I, p. 2, 2003.
- [4] U.S. Marine Corps, *Antena Handbook*, Washington D.C.: U.S. Marine Corps, 1999.
- [5] I. Surjati, *Antena Mikrostrip : Konsep dan Aplikasinya*, Jakarta: Universitas Trisakti, 2010.
- [6] R. L. Freeman, *Fundamental of Telecommunications*, New Jersey: John Wiley Sons Inc., 2006.
- [7] T. Anttatalinen, *Introduction to telecommunications network engineering*, Norwood: ARTECH HOUSE, INC., 2003.
- [8] M. F. Zein, *Rancang Bangun Antena Dipole V pada Frekuensi Kerja 144.2 MHz*, Jakarta: UHAMKA, 2013.
- [9] C. Subastari, "Rancang Bangun Antena V-Double Dipole pada Frekuensi kerja LTE (Long Term Evolution) 710 MHz," 2015.

LAMPIRAN

1. Lembar Bimbingan
2. Surat Keterangan Pengukuran di LAB EMC P2SMTP LIPI
3. SOP Penelitian LIPI
4. Data *VSWR*, *Return Loss* dan Pola Radiasi Hasil Pengukuran Prototype
5. Tabel frekuensi TV Indonesia
6. Standar Nilai *VSWR* dan *return loss*

