

**RANCANGAN ANTENA VERTIKAL $1/4 \lambda$ DENGAN *GROUNDPLANE*
UNTUK FREKUENSI HF 18 MHz - 21 MHz PADA KOMUNIKASI
PENERBANGAN *LONG-RANGE***

*R. Djoni Slamet H, S.T., S.SiT., M.Si⁽¹⁾, Feti Fatonah, SE., M.Si⁽²⁾, Istiqomassari Nima
Nasyriati⁽³⁾*

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak : Komunikasi merupakan salah satu syarat penting yang harus dipenuhi ketersediaannya dalam dunia penerbangan untuk menjamin keselamatan selama proses penerbangan. Salah satu layanan komunikasi yang diberikan dalam dunia penerbangan adalah layanan komunikasi jarak jauh. Antena sebagai *transmitter-receiver* dalam proses komunikasi berbagai macam bentuknya. Pada tugas akhir ini akan dibahas mengenai rancangan antena vertikal $1/4\lambda$ dengan *groundplane* untuk frekuensi 18 MHz – 21 MHz pada komunikasi penerbangan *long-range* yang berfungsi sebagai antena *transmitter-receiver*. Rancangan antena vertikal $1/4\lambda$ memiliki kriteria bentuk antena yang sama panjang pada sisi vertikal dan radialnya. Dikarenakan rancangan antena vertikal $1/4\lambda$ digunakan pada frekuensi HF, maka antena ini memiliki keterbatasan pada dimensi antenanya. Untuk itu digunakan penambahan *loading coil* (kumparan yang berfungsi memperpanjang antena) pada sisi radial dan vertikal namun secara fisik mengurangi panjang antena. Dengan begitu didapatkan suatu hasil rancangan antena yang dapat digunakan pada semua frekuensi dari 18 MHz – 21 MHz, dengan hasil terbaik didapatkan pada frekuensi tengah 19.5 MHz dengan nilai *return loss* sebesar -24.176 dB dan VSWR 1.148.

Kata kunci : Antena Vertikal $1/4\lambda$, *return loss*, VSWR

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia (STPI) merupakan salah satu perguruan tinggi kedinasan yang berada di bawah Departemen Perhubungan Republik Indonesia yang bertujuan mendidik insan-insan perhubungan udara yang handal dan terampil dalam dunia penerbangan. Dalam upaya mendidik insan-insan perhubungan Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia (STPI) memiliki 4 jurusan, antara lain jurusan Penerbang, Teknik Penerbangan, Keselamatan Penerbangan dan Manajemen Penerbangan. Masing-masing jurusan memiliki beberapa program studi. Salah satunya program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara (TNU) yang berada dibawah jurusan Teknik Penerbangan. Pada program studi TNU ini, taruna mendapatkan materi perkuliahan yang berkaitan dengan *communication*, *navigation* dan *surveillance*. Ketiga materi tersebut merupakan materi wajib yang diberikan kepada taruna selama pendidikan.

Dalam dunia penerbangan, komunikasi merupakan syarat mutlak yang harus tersedia untuk menjamin keselamatan dalam proses penerbangan. Komunikasi yang diberikan dalam dunia penerbangan bermacam-macam, salah satunya adalah komunikasi jarak jauh. Dalam proses komunikasi, antena berperan penting sebagai *transmitter* atau

receiver informasi. Walaupun antena hanya bagian kecil dari suatu sistem peralatan, namun keberadaan antena sangat menentukan seluruh informasi terpancarkan sempurna. Untuk itu diperlukan suatu antena yang dapat bekerja optimal.

Berdasarkan uraian diatas, penulis berkeinginan membuat suatu perancangan antena yang dapat digunakan untuk komunikasi penerbangan, khususnya komunikasi penerbangan jarak jauh (*long-range*). Antena yang digunakan untuk komunikasi ini dapat berupa antena horisontal ataupun antena vertikal. Pada program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara (TNU), taruna dibekali dengan praktikum antena. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis ingin rancangan antena juga dapat bermanfaat sebagai variasi bahan praktikum maka penulis memilih bentuk antena yang akan dirancang adalah antena vertikal $1/4 \lambda$. Antena vertikal dengan panjang $1/4 \lambda$ merupakan antena dengan keunggulan langsung *matching* tanpa harus menggunakan komponen lain, selain itu antena ini juga memiliki kriteria sudut elevasi kecil sehingga cocok digunakan untuk komunikasi jarak jauh di lahan yang terbatas seperti pada program studi TNU. Antena vertikal termasuk salah satu jenis antena yang mudah dibuat dibandingkan dengan antena horisontal. Namun dengan bentuk antena vertikal ini masih terdapat *ground return loss*, sehingga harus

digunakan *ground radial* untuk mengurangi *ground return loss* tersebut.

Selanjutnya, rancangan antena vertikal $1/4\lambda$ ini akan menggunakan frekuensi 18 MHz - 21 MHz merupakan rentang frekuensi MWARA yaitu 13,2 MHz - 22 MHz yang sesuai dengan kriteria frekuensi pada lampiran ICAO/WGF12/WP02. Alasan penggunaan frekuensi 18 MHz - 21 MHz dikarenakan pada frekuensi tersebut tidak digunakan oleh bandara di Indonesia dikarenakan penggunaan frekuensi komunikasi MWARA pada bandara di Indonesia menggunakan frekuensi 13,2 MHz - 17,970 MHz dan dari 21,294 MHz - 22 MHz sehingga penelitian tidak akan mengganggu apabila dipancarkan.

Dari latar belakang diatas, penulis akan membahas antena ini dalam suatu tugas akhir yang berjudul "Rancangan Antena Vertikal $1/4\lambda$ Dengan *Groundplane* Untuk Frekuensi HF 18 Mhz -21 MHz Pada Komunikasi Penerbangan *Long-Range*".

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang yang penulis uraikan di atas, maka dapat di tarik beberapa identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Apakah rancangan antena vertikal $1/4 \lambda$ untuk frekuensi HF 18 MHz -21 MHz dapat digunakan

padakomunikasi penerbangan *long-range*.

2. Parameter apa saja yang diperlukan untuk membuat antena vertikal $1/4 \lambda$ pada frekuensi HF 18 MHz - 21 MHz.

3. Bagaimana merancang antena vertikal $1/4 \lambda$ dengan *groundplane* untuk frekuensi HF 18 MHz - 21 MHz.

4. Apakah rancangan antena vertikal $1/4 \lambda$ dapat dijadikan sebagai variasi bahan pratikum di program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara.

C. PEMBATASAN MASALAH

Dengan memperhatikan latar belakang dan identifikasi beberapa masalah yang telah disebutkan di atas serta dengan mempertimbangkan segala keterbatasan waktu dan peralatan yang ada, maka penulis membatasi pembahasan masalah hanya pada perancangan sederhana berdasarkan spesifikasi antena vertikal $1/4 \lambda$ dengan *groundplane* untuk frekuensi HF 18 MHz - 21 MHz pada komunikasi penerbangan *long-range*.

D. PERUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang, identifikasi masalah dan pembatasan masalah, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut : Bagaimana

perancangan antena vertikal $1/4 \lambda$ dengan *groundplane* untuk frekuensi HF 18 MHz - 21 MHz pada komunikasi penerbangan *long-range*.

E. MAKSUD DAN TUJUAN PENULISAN

Maksud penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui bagaimana merancang antena vertikal $1/4 \lambda$ dengan *groundplane* untuk frekuensi HF 18 MHz - 21 MHz pada komunikasi penerbangan *long-range* yang berguna bagi pengembangan kreatifitas taruna.

Sedangkan tujuan penulisan tugas akhir ini adalah mendapatkan antena vertikal yang dapat digunakan untuk komunikasi jarak jauh di lahan yang terbatas, sehingga cocok dijadikan sebagai variasi bahan praktikum di program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara.

METODOLOGI PERANCANGAN

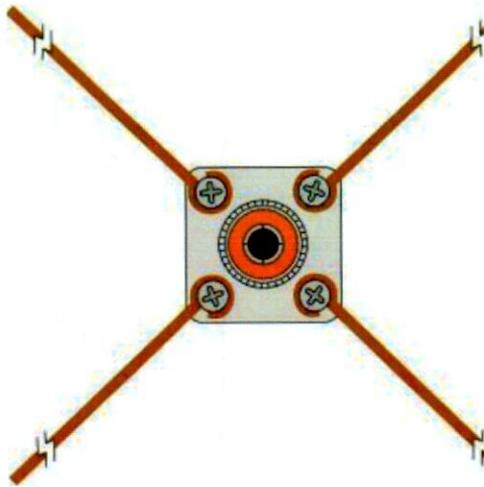
A. DESAIN PERANCANGAN

Pada tugas akhir ini akan dirancang antena vertikal $1/4 \lambda$ yang beroperasi pada frekuensi HF 18 MHz - 21 MHz. Pemilihan frekuensi HF 18 MHz - 21 MHz sebagai frekuensi kerja disesuaikan dengan kemampuan antena untuk tujuan komunikasi jarak jauh selain pemilihan frekuensi kosong. Karena pada frekuensi HF ini memiliki sifat

pantulan gelombang *skywave*, artinya komunikasi dengan gelombang HF sangat dipengaruhi oleh lapisan ionosfer di atas bumi yang berfungsi layaknya sebuah cermin, hasilnya informasi yang dipantulkan dengan gelombang ini akan mampu mencapai jarak yang jauh.

Perancangan antena vertikal ini didesain dengan bentuk yang hanya terdiri dari radiator vertikal dan *ground radial*. Perancangan ini dibuat dengan terlebih dahulu menentukan karakteristik frekuensinya, untuk selanjutnya dapat dihitung panjang antena berdasarkan persamaan panjang gelombangnya. Perancangannya pertama kali akan dilakukan pada simulasi antena, fungsinya untuk melihat parameter hasil rancangannya. Setelah didapatkan hasil yang sesuai yang diinginkan, barulah kemudian dilakukan pabrikan antena. Adapun rancangan antena vertikal yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini yang menyajikan bentuk rancangan antena vertikal tampak atas dan tampak samping.

Berikut adalah gambar rancangan antena vertikal tampak atas dan tampak samping :



(a) Antena Vertikal Tampak Atas



(b) Antena Vertikal Tampak Samping

Gambar 3.1 Rancangan Antena Vertikal dengan *Groundplane*

(a) Tampak Atas

(b) Tampak Samping

Selain itu, dapat dilihat juga mengenai proses perancangan yang ditampilkan pada diagram alir

rancangan. Berikut ditampilkan diagram alir proses perancangan antena vertikal $1/4 \lambda$:

B. WAKTU DAN LOKASI PERANCANGAN

Penentuan waktu dan lokasi perancangan untuk pembuatan tugas akhir dimaksudkan agar seluruh kegiatan yang dilakukan terjadwal dengan baik, sehingga diharapkan tugas akhir selesai tepat pada waktunya. Adapun rincian kegiatan perancangan tugas akhir tersusun dalam tabel sebagai berikut :

1. Waktu

Waktu yang akan digunakan untuk melakukan penelitian adalah pada batas waktu pukul 09.00 WIB – 16.00 WIB.

2. Lokasi

Lokasi perancangan antena akan dilaksanakan di Balai Elektronika. Dikarenakan pelaksanaan pengukuran antenanya akan membutuhkan peralatan ukur *Network Analyzer* yang range frekuensinya memenuhi spesifikasi antena yang hanya terdapat di lokasi tersebut.

C. PENENTUAN ALAT DAN BAHAN

Perancangan antena ini akan menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak

(software). Perangkat keras digunakan untuk pabrikan dan pengukuran antena, sedangkan perangkat lunak digunakan untuk melakukan perancangan simulasi dan mengetahui performa kerja dari antena yang dirancang.

Perangkat keras yang digunakan dalam perancangan antena vertikal $1/4 \lambda$ terdiri dari alat dan bahan sebagai berikut :

- a. Alat yang digunakan pada saat pengukuran hanya *Network Analyzer ROHDE & SCHWARZ type ZVL3 9KHz - 3GHz*.
- b. Bahan yang digunakan terdiri dari :
 1. Kabel coaxial RG-8 Ericson 50 Ohm - 3 m
 2. Konektor PL - 259 - 1 buah
 3. Konektor N-type
 4. Pipa aluminium d = 3/8 inci - 4 buah
 5. Pipa aluminium d = 6 inci - 1 buah
 6. Pipa aluminium d = 5/8 inci - 1 buah
 7. Pipa aluminium d = 1/2 inci - 1 buah
 8. Pipa aluminium d = 3/8 inci - 1 buah
 9. Kabel tembaga d = 1.2 mili
 10. *Bracket* 4 kaki - 1 buah
 11. *Pipe to pipe* - 2 buah
 12. *Ring Clam* - 3 buah
 13. *Feeder* d = 1.25 inci - 1 buah
 14. Isolator PVC - 5 buah
 15. Sekrup
 16. Mur
 17. *Headstring* (Pembungkus coil) - 5 buah
 18. Timah

Adapun perangkat lunak yang digunakan meliputi :

1. Simulasi antena

Simulasi antena termasuk dalam perangkat lunak yang digunakan dalam mendesain dan menyimulasikan antena. Dilakukan tahapan simulasi agar diperoleh gambaran dari performa kerja yang dirancang seperti frekuensi kerja, *bandwidth*, impedansi input, *return loss*, *VSWR*, *gain* dan pola radiasi sehingga kemudian antena tersebut dapat dipabrikan.

2. Substrat / bahan antena

Antena vertikal ini didesain menggunakan bahan aluminium dengan diameter untuk elemen vertikal 5/8 inci, dan elemen radial 3/8 inci.

3. Konektor antena

Dirancang pula konektor antena pada simulasi dengan konektor PL-259 yang memiliki karakteristik impedansi 50 ohm.

D. KRITERIA PERANCANGAN

Perancangan antena vertikal ini dibuat untuk mendapatkan tujuan sebagai antena yang mampu digunakan untuk komunikasi jarak jauh dengan bentuk sederhana dan pembuatan yang mudah, sehingga hasilnya dapat diimplementasikan sebagai variasi bahan praktikum antena pada Program Studi Teknik Telekomunikasi & Navigasi Udara (TNU). Kriteria perancangan antena vertikal ini disesuaikan dengan karakteristik antena untuk komunikasi jarak jauh. Perancangan antena vertikal ini disesuaikan berdasarkan karakteristik antena yang diinginkan penulis, sehingga didapat karakteristik perancangan antena pada Tabel 3.2 Spesifikasi Parameter Kerja Rancang Bangun Antena Vertikal $1/4\lambda$ Untuk Implementasi Komunikasi Penerbangan Jarak Jauh sebagai berikut :

Tabel 3.2 Spesifikasi Parameter Kerja Rancang Bangun Antena Vertikal $1/4\lambda$ Untuk Implementasi Komunikasi Jarak Jauh

Antena	Parameter Antena	Nilai
Antena Pemancar	Frekuensi Bawah	18 MHz
	Frekuensi Atas	21 MHz
	Frekuensi Tengah	19.5 MHz
	VSWR	1:1.5
	Impedansi Masukan	50 Ohm
	Pola Radiasi	<i>Omnidirectional</i>
	<i>Return Loss</i>	< -15 dB
Antena Penerima	Frekuensi Bawah	18 MHz
	Frekuensi Atas	21 MHz
	Frekuensi Tengah	19.5 MHz
	Impedansi Masukan	50 Ohm
	VSWR	≤ 2

(Sumber : SKEP/196/VIII/97 Tentang Tata Cara Evaluasi Teknis Pengadaan dan/atau Pemasangan Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan, Navigasi Udara, Elektronika Bandar Udara dan Listrik)

PEMBAHASAN

A. GAMBARAN UMUM SISTEM RANCANGAN

Pada perancangan ini, antena vertikal dibuat dengan fungsi antena sebagai pengirim dan penerima. Secara umum, antena vertikal ini didesain dengan ukuran $1/4$ dari panjang gelombangnya. Dikarenakan pada ukuran antena $1/4\lambda$ memiliki karakteristik impedance matching yang langsung match dengan bentuk antenanya tanpa perlu menambahkan komponen lain untuk impedance matchingnya. Namun, antena ukuran $1/4\lambda$ ini memberikan kriteria bentuk rancangan yang sama panjang pada setiap sisinya, jika pada sisi vertikal memiliki ukuran $1/4\lambda$ maka pada sisi radial memiliki ukuran $1/4\lambda$ juga ditambah 5% dari panjang sisi vertikalnya. Dengan maksud ukuran sama panjang dibuat untuk mendapatkan nilai VSWR yang seminim mungkin.

Namun kita ketahui, perancangan antena vertikal $1/4\lambda$ ini menggunakan frekuensi HF18

MHz - 21 MHz sehingga sebagai dampaknya antena memiliki keterbatasan pada ukuran yang menjadikan dimensi fisik antena yang sama panjang antara sisi vertikal dengan sisi radialnya. Untuk menanggulangi keterbatasan rancangan antena tersebut, maka digunakanlah penambahan *loading coil* sebagai solusi pengganti panjang antena. Penambahan *loading coil* ini tidak memberikan dampak perubahan apapun pada karakteristik antena, antena pada dasarnya masih memiliki panjang yang sesuai dengan bentuk kriteria antena $1/4 \lambda$ hanya saja sebagian panjang antena digantikan dengan lilitan yang nilainya sebesar panjang antena tersebut.

B. TAHAPAN PERANCANGAN

Adapun tahapan perancangan yang dilakukan dalam merancang antena vertikal $1/4\lambda$ adalah penentuan karakteristik antena yang diinginkan, penentuan bahan yang digunakan, penentuan dimensi antena, perancangan secara simulasi, dan pabrikan antena.

1. Menentukan Karakteristik Antena

Pada rancangan antena vertikal $1/4 \lambda$, diinginkan antena yang mampu bekerja pada frekuensi 18 MHz - 21

MHz, dengan frekuensi resonansinya (frekuensi tengah) 19.5 MHz. Frekuensi tengah ini, selanjutnya akan menjadi parameter dalam menentukan panjang antena, dan panjang saluran transmisi. Pada rentang frekuensi kerja 18 MHz – 21 MHz diharapkan antena dapat memberikan karakteristik hasil yang diinginkan seperti yang tertera pada tabel 3.2 yaitu :

- 1) VSWR : ≤ 1.5
- 2) Return loss : ≤ -15 dB
- 3) Zin : 50 ohm

2. Menentukan Jenis Bahan yang digunakan

Bahan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam perancangan antena. Untuk menentukan jenis bahan dibutuhkan pengetahuan tentang spesifikasi umum dari bahan tersebut, seperti kualitas dan ketersediaan dipasaran.

Rancangan antena ini nantinya akan dipasang ditempat yang tinggi agar terhindar dari pengaruh bangunan disekitarnya, sehingga dibutuhkan bahan yang kuat menahan angin kencang dan perubahan cuaca. Untuk itu pada perancangan ini digunakan bahan aluminium, karena aluminium merupakan bahan yang memiliki struktur ringan dan kuat dengan nilai

konduktivitas cukup besar $3,5 \times 10^7 \Omega/m$ dan *velocity factor* yaitu 95 % atau 0.95. *Velocity factor* atau nilai pendekatan cepat rambat yang diketahui, selanjutnya akan digunakan dalam menghitung dimensi (panjang) antena.

3. Perhitungan Dimensi Antena

Setelah diketahui frekuensi resonansi 19.5 MHz dan jenis bahan yang digunakan aluminium, maka langkah selanjutnya dapat dilakukan perancangan awal dari perhitungan dimensi antena yang sesuai dengan persamaan 2.14 dan 2.15 maka panjang antena (λ) dapat diketahui.

Panjang gelombang (λ)

$$= \frac{c}{f} = \frac{300}{19.5} \text{ m} = 15.38 \text{ m}$$

Panjang gelombang ($1/4\lambda$)

$$= \frac{\lambda}{4} = \frac{15.38}{4} = 3.845 \text{ m}$$

Perhitungan panjang gelombang sebelumnya adalah untuk diudara, apabila digunakan pada bahan maka panjang gelombang tersebut perlu dikalikan dengan *velocity factor* pada bahan tersebut sebesar 95% (K).

Panjang antena $1/4\lambda$

$$= \frac{\lambda}{4} \times K$$

$$= \frac{15.38}{4} \times 0.95 = 3.65 \text{ m}$$

Maka panjang sisi vertikal untuk perancangan antenna adalah 3.65 m. Panjang *ground radial* antenna adalah panjang radial $1/4 \lambda$ ditambah dengan 5% dari panjang radiator vertikal. *Velocity factor* yang digunakan untuk radial tidak lagi menggunakan 95% namun menggunakan 78%, dikarenakan untuk radial terhubung langsung dengan kabel coaxialnya.

5% dari radiator vertikal

$$= 5\% \times \text{Panjang antenna } 1/4 \lambda$$

$$= \frac{5}{100} \times 3.65 \text{ m}$$

$$= 0.1825 \text{ m}$$

Panjang radial ($1/4\lambda$)

$$= \frac{\lambda}{4} \times K$$

$$= \frac{15.38}{4} \times 0.78$$

$$= 2.9991 \text{ m}$$

Panjang *ground radial*=

Panjang radial $1/4\lambda$ + panjang 5% radiator

$$= 2.9991 \text{ m} + 0.1825 \text{ m}$$

$$= 3.1816 \text{ m}$$

4. Perancangan Secara Simulasi

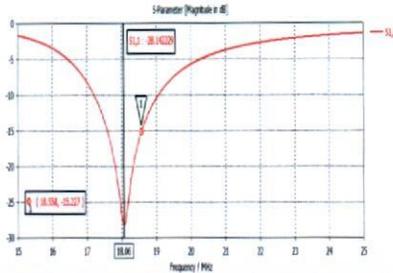
Setelah diketahui perhitungan dimensi antenna, selanjutnya merancang antenna vertikal $1/4\lambda$ pada simulasi antenna. Dimensi antenna disesuaikan dengan hasil perhitungan yaitu :

- 1) Panjang antenna sisi vertikal : 3.65 m
- 2) Panjang antenna sisi radial : 3.1816 m

Bentuk antenna disesuaikan dengan konstruksi panjang antenna vertikal $1/4\lambda$ pada gambar 2.12 yaitu satu sisi vertikal panjang $1/4\lambda$ dan empat sisi radial panjang $1/4\lambda + 5\%$ dengan penggunaan sudut antara radial dengan *feeder* antenna sebesar 45° . Setelah dilakukan perancangan yang sesuai, kemudian dapat dilakukan uji hasil simulasi untuk melihat hasil perancangan memenuhi kriteria atau tidak.

Perancangan antenna pada simulasi antenna dibuat dengan panjang sisi vertikal 3.65 m dan panjang sisi radial 3.1816 m. Hasil perhitungan yang didapat dinamakan perhitungan panjang teoritis. Panjang teoritis belum dapat langsung digunakan karena pengaruh faktor lingkungan belum diperhitungkan. Namun perhitungan teoritis ini mutlak diperlukan untuk melakukan percobaan pada simulasi antenna agar dapat diketahui hasil kinerja antenna. Berdasarkan panjang teoritis antenna

didapatkan hasil simulasi awal sebagai berikut :



Gambar 4.1. Hasil Simulasi Awal

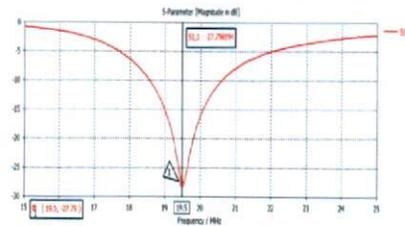
Hasil diatas belum menunjukkan hasil kriteria perancangan yang sesuai dengan titik frekuensi resonansi 19.5 MHz. Sehingga perlu dilakukan *adjustment* ulang pada panjang antena sisi vertikal dan sisi radial agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan melihat hasil yang diperoleh sekarang, maka *adjustment* dilakukan dengan cara mengurangi panjang dimensi antena. Karena sesuai prinsip panjang gelombang, semakin tinggi frekuensi maka semakin pendek panjang gelombangnya. Untuk mendapatkan antena dengan kriteria yang diinginkan maka panjang antena sisi vertikal mendapat pengurangan sepanjang 33 cm dan sisi radial penambahan 16,84 cm. Hasil *adjustment* memberikan karakteristik panjang antena yang lebih pendek yaitu pada panjang antena sisi vertikal 3.30 m dan panjang antena sisi radial 3.35 m

Dengan panjang antena yang lebih pendek ini didapatkan hasil simulasi yang tepat sesuai dengan kriteria

yang diinginkan pada frekuensi tengah 19.5 MHz. Setelah didapatkan frekuensi yang tepat, maka selanjutnya dapat dilihat hasil parameter antena apakah sesuai spesifikasi atau tidak. Berikut adalah parameter hasil simulasi akhir antena :

a. *Return Loss (RL)*

Dari hasil simulasi perancangan antena didapatkan parameter *return loss* dengan keterangan S1,1 yaitu -27,790 dB. Hasil ini menunjukkan bahwa parameter *return loss* memenuhi spesifikasi, karena syarat *return loss* memenuhi spesifikasi adalah dengan nilai RL dibawah -10 dB, yang artinya pada -10 dB maka VSWR yang didapat sebesar 2. Tetapi dalam perancangan ini *return loss* yang diinginkan adalah dibawah -15 dB. Sehingga dengan nilai sebesar itu, didapatkan hasil *return loss* yang lebih baik lagi yang berpengaruh pada VSWRnya.



Gambar 4.2. Hasil simulasi untuk parameter *Return Loss*

a. *Bandwidth*

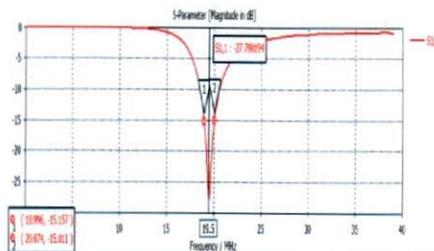
Adapun besar *bandwidth* yang didapat dari hasil simulasi antena menggunakan ukuran VSWR = 1.5 yang ditunjukkan dengan *return loss* = -15dBterhitung menggunakan rumus persamaan 2.7 seperti pada bab 2, dimana f_u sebagai point 2 dengan nilai frekuensi sebesar 20.074 MHz dan f_l sebagai point 1 dengan nilai frekuensi sebesar 18.996 MHz maka didapatkan nilai *bandwidth* sebesar :

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\%$$

$$= \frac{20.074 - 18.996}{19.5} \times 100\%$$

$$= \frac{1.078}{19.5} \times 100\%$$

$$= 5.52 \%$$

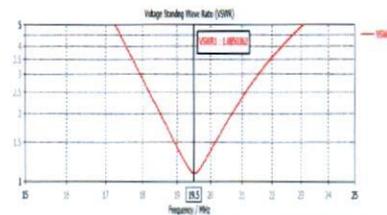


Gambar 4.3. Hasil simulasi untuk parameter *Bandwidth*

a. VSWR

Hasil parameter *voltage standing wave ratio*(VSWR) dengan ketentuan suatu VSWR dikatakan bagus apabila tidak ≤ 1 dan tidak ≥ 2 . Dan pada rancangan antena yang

memiliki fungsi sebagai pengirim dan penerima, maka VSWR yang diinginkan harus kurang dari 1.5 agar pancaran sempurna. Dan pada simulasi antena ini didapatkan nilai VSWR sebesar 1.08, artinya rancangan antena memenuhi spesifikasi. Dapat dihitung berdasarkan rumus 2.2 dan 2.12 pada bab 2 sebagai berikut.



Gambar 4.4. Hasil simulasi untuk parameter VSWR

$$RL = 20 \log \Gamma$$

$$-27,790 = 20 \log \Gamma$$

$$\frac{-27,790}{20} = \log \Gamma$$

$$-1,3895 = \log \Gamma$$

$$\Gamma = 0,0407$$

$$VSWR = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma}$$

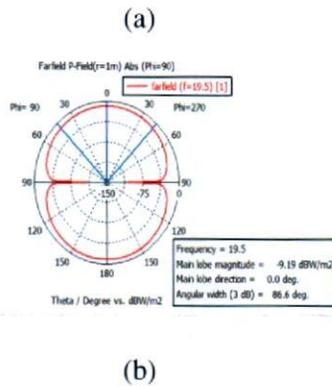
$$= \frac{1+0,0407}{1-0,0407}$$

$$= \frac{1,0407}{0,9593}$$

$$= 1,0848$$

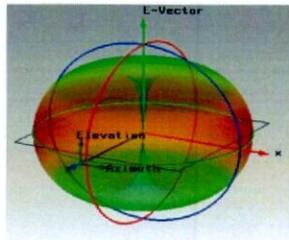
a. Pola Radiasi

Antena vertikal merupakan salah satu jenis antena *omnidirectional*. Maka dipastikan bahwa antena memiliki pola radiasi *omnidirectional*. Hal ini dapat kita ketahui dari gambar dibawah ini, dimana garis merah yang merupakan garis pembacaan parameter berbentuk seperti angka delapan, selain itu dapat juga diketahui dari bentuk 3 dimensi pola pancarannya yang seperti buah apel.



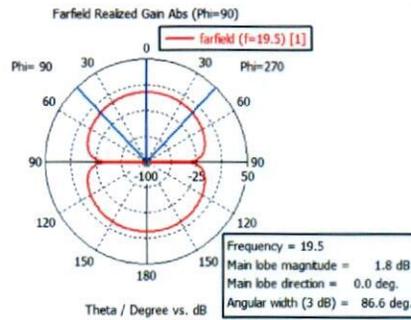
Gambar 4.5. Hasil simulasi untuk parameter pola radiasi

- a. Polar
- b. 3 Dimensi



a. Gain

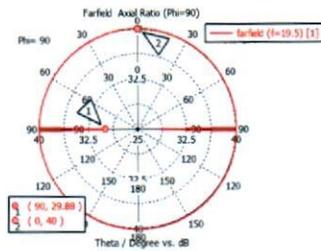
Dari hasil pola radiasi sebelumnya, dapat diketahui besar *gain* yang diperoleh dari simulasi rancangan antena vertikal $1/4\lambda$ yaitu 1.8 dB. Ukuran *gain* yang dimiliki oleh antena *omnidirectional* pada umumnya antara 3 dBi – 12 dBi. *Gain* yang diperoleh dari hasil simulasi ini dapat dikatakan cukup kecil.



Gambar 4.6. Hasil simulasi untuk parameter *Gain*

a. Polarisasi

Polarisasi yang didapatkan dari hasil simulasi antena adalah polarisasi linear vertikal. Karena pada prinsipnya semua antena *omnidirectional* yang dibuat tegak lurus terhadap permukaan bumi memiliki polarisasi linear vertikal. Hal itu dapat diketahui dengan melihat *magnitude lobenya* pada *axial ratio* apabila melebihi 3 dB maka antena dapat dikatakan memiliki polarisasi linear vertikal. *Axial ratio* merupakan perbandingan komponen yang tegak lurus pada medan E.



Gambar 4.7. Hasil simulasi untuk parameter polarisasi dalam bentuk polar

Hasil parameter yang ditunjukkan merupakan hasil unjuk kerja antenna dari simulasi dan ditampilkan untuk mengetahui spesifikasi agar dapat menentukan antenna memenuhi kualifikasi dapat dipabrikasi atau tidak.

Secara keseluruhan hasil simulasi antenna untuk nilai parameter VSWR, dan *return loss* dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Berikut tabel nilai *return loss* dan VSWR dari hasil simulasi pada frekuensi 18 MHz – 21 MHz :

Tabel 4.1. Nilai Hasil Simulasi Parameter *Return Loss* dan VSWR

Frekuensi (MHz)	<i>ReturnLoss</i> (dB)	VSWR
18	-24.140	1.150
18.5	-23.088	1.132
19	-24.356	1.128
19.5	-27.790	1.085
20	-24.570	1.125
20.5	-24.799	1.124
21	-25.019	1.118

Setelah diketahui bahwa hasil simulasi antenna lolos dalam uji spesifikasi untuk parameter *return loss* dan VSWR, maka selanjutnya dapat dilakukan pabriaksi.

Pabriaksi dapat dilakukan secara manual atau menggunakan jasa perusahaan, namun yang terpenting adalah akurasi panjang antenna yang dibuat harus sesuai dengan perancangan. Pabriaksi yang akan dilakukan untuk perancangan ini adalah pabriaksi secara manual.

5. Pabriaksi Antena

Pabriaksi antenna secara manual dapat dilakukan dengan cara menyediakan bahan berupa pipa aluminium sepanjang dan sebanyak yang dibutuhkan dengan diameter yang berbeda-beda. Diameter dibuat berbeda-beda karena antenna didesain agar dapat disesuaikan panjangnya sesuai kebutuhan penggunaan frekuensi kerja. Serta tak kalah penting bahan-bahan lainnya seperti mur, *bracket*, konektor PL-259, konektor N-type, kabel tembaga, timah, isolator, *headstring*, dan sebagainya untuk disiapkan.

Setelah bahan siap, selanjutnya mulai merakit sisi vertikal antenna dengan ujung pipa sampingnya diberi lubang untuk tempat mur dan sebagai pengganjal agar tidak jatuh kedalam. Buat 2 lubang pada 2 pipa dengan diameter berbeda. Setelah ada lubang, susun dengan diawali pipa aluminium dengan diameter terbesar 5/8 inchi, kemudian 1/2 inchi, dan terakhir 3/8 inchi. Pasang berurut pipa aluminium dari terkecil di bagian atas sampai terbesar di bagian

bawah, kaitkan mur di lubang yang disediakan. Siapkan kawat tembaga sepanjang $1/16\lambda$, kemudian lilitkan ke pipa aluminium dengan diameter $5/8$ inchi. Batasi dengan ring clam dan tutup lilitan dengan *headstring*. Salah satu ujung lilitan, sambungkan dengan konektor PL-259 yang terpasang dalam *bracket* (tempat menyatukan antena). Setelah lilitan terpasang ke konektor, agar kuat solder dengan timah.

Selanjutnya siapkan pipa aluminium yang akan digunakan untuk membuat sisi radial. Kemudian pasang lilitan sepanjang $1/8\lambda$ ke bagian tengah dari pipa aluminium tersebut. Batasi dengan ring clam dan tutup dengan *headstring*. Bengkokkan sebesar 45° , ujung pipa yang dibengkokkan beri lubang agar dapat dipasang mur, sehingga terikat kuat dengan *bracket*. Sambungkan *feeder* sebagai penyangga antena. Sebagai hasilnya bentuk rancangan antena vertikal $1/4\lambda$ dapat dilihat pada sub bab interpretasi hasil uji coba rancangan. Dalam perancangan akan dibutuhkan saluran transmisi yang menghubungkan antena dengan sistem pemancar ataupun penerimanya. Saluran transmisi yang digunakan pada perancangan ini adalah kabel coaxial RG-8 ericsson impedansi 50 ohm, yang memiliki *velocity factor* sebesar 78 % atau 0.78. Kabel coaxial RG-8 dipilih karena antena bekerja pada frekuensi HF dengan daya yang cukup besar. Agar matching antara impedansi antena dengan impedansi saluran, maka panjang saluran antena harus

sesuai dengan yang dibutuhkan untuk perancangan antena $1/4 \lambda$ ini. Panjang saluran dapat dicari dengan persamaan 2.19 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Panjang saluran (L)} &= 1/4\lambda \times \text{velocity factor} \\ &= 3.845 \text{ m} \times 0.78 \\ &= 2.999 \text{ m} \text{ dibulatkan menjadi } 3 \text{ m} \end{aligned}$$

Selanjutnya setelah antena siap, dapat dilakukan proses pengukuran untuk mengetahui seberapa baik unjuk kerja antena yang telah dibuat.

C. UJI COBA RANCANGAN

Pada bagian uji coba rancangan akan dilakukan ujiperancangan antena untuk mengetahui kinerja perancangan antena apakah antena yang telah dibuat memenuhi kriteria perancangan atau tidak. Namun hasil tersebut baru dapat diketahui setelah melakukan proses pengukuran.

1. Pengukuran Port Tunggal

Proses pengukuran yang akan dilakukan untuk melihat hasil rancangan antena adalah pengukuran port tunggal. Pengukuran port tunggal merupakan pengukuran antena tanpa melibatkan antena lain sebagai pemancar / penerima dengan menggunakan *Network Analyzer ROHDE & SCHWARZ type ZVL3* 9KHz – 3GHz. Parameter antena yang dapat diukur pada pengukuran ini antara lain VSWR, *Return Loss*, dan Impedansi Masukan. Adapun

prosedur pengukuran pada *Network Analyzer* (NA) adalah sebagai berikut :

1) Pasang probe 50 ohm pada input NA lalu pilih kalibrasi pada NA. Pengukuran port tunggal dilakukan pada port 1 network analyzer. Kalibrasi yang dipakai untuk melakukan pengukuran disini adalah *SHORT, OPEN, LOAD* yang diatur untuk mengukur parameter pada port 1. Kalibrasi dilakukan untuk validitas pengukuran, dengan cara membuat kondisi alat ukur sesuai standar. Hal yang dilakukan pada saat kalibrasi adalah menentukan rentang frekuensi yang akan digunakan, misalnya pada tugas akhir ini rentang frekuensi yang digunakan adalah mulai dari 3 MHz – 30 MHz karena antenna yang akan diukur bekerja di range frekuensi 18 MHz – 21 MHz.

2) Setelah kalibrasi selesai hubungkan konektor input 50 ohm pada antenna yang akan diukur pada probe yang terpasang di NA.

3) Untuk menampilkan frekuensi sebagai pengamatan, gunakan tombol start dan tombol stop pada NA. Sedangkan untuk menampilkan parameter-parameter yang akan dilihat, tekan tombol format lalu pilih parameter mana yang akan dilihat misal *return loss* maka tekan pilihan dB mag, SWR tekan pilihan SWR, impedansi masukan tekan pilihan Smith.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari pembahasan bab I, II, III dan IV, maka penulis dapat menarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dari hasil uji besarnya *return loss* dan VSWR di semua frekuensi dari 18 MHz – 21 MHz dengan nilai terbaik *return loss* -24.176 dB dan VSWR 1.148 pada frekuensi resonansi 19.5 MHz, secara karakteristik rancangan antenna vertikal $1/4\lambda$ dengan *groundplane* memenuhi spesifikasi untuk dapat digunakan pada komunikasi jarak jauh .

2. Pencapaian hasil karakteristik antenna yang memenuhi spesifikasi frekuensi yang diinginkan 18 MHz – 21 MHz dengan panjang yang sama antara sisi vertikal dan sisi radial yaitu panjang sisi vertikal 355 cm dan sisi radial 313 cm menjadi parameter utama dalam pembuatan antenna vertikal $1/4\lambda$.

3. Rancangan antenna vertikal $1/4\lambda$ dengan *groundplane* ini dibuat dengan menggunakan bahan aluminium, dikarenakan bahan aluminium memiliki struktur yang ringan dan kokoh sehingga untuk penggunaan antenna yang dipasang ditempat yang tinggi akan tahan terhadap terpaan angin dan perubahan cuaca.

4. Dari hasil analisis dan data rancangan yang telah ada pada tugas

akhir ini, maka antena vertikal $1/4\lambda$ dapat dijadikan variasi bahan pratikum di program studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara.

B. SARAN

Sebagai masukan guna pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini, maka penulis menyarankan :

1. Menggunakan rangkaian R, L, C sebagai sarana dalam menentukan panjang antena sesuai dengan frekuensi kerja tanpa harus melakukan pemotongan panjang antena dari hasil perhitungan apabila belum menemukan frekuensi resonansinya.
2. Melakukan pengujian dengan waktu yang lebih bervariasi dari pagi – malam agar nampak jelas kualitas pancaran sinyal frekuensi HF oleh antena vertikal $1/4\lambda$ yang menggunakan lapisan ionosfer sebagai media perambatan.
3. Menggunakan *Automatic Tuning Unit* (ATU) sebagai sarana pemilihan panjang antena sesuai frekuensi kerja apabila antena dengan frekuensi tinggi akan dipasang ditempat yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, Nachwan Mufti., *Antena dan Propagasi*, STT Telkom, Bandung, 2004.
- Balanis, C. A., *Antena Theory: Analysis and Design.*, Harper & Row, New York, 1982.
- Chang, Kai., *RF and Microwave Wireless Systems*, John Wiley & Sons, New York, 2000.
- Kraus, John D., *Antennas, 2th ed.*, McGraw-Hill, New York, 1988.
- Nakar, Punit S., *Design of Compact Microstrip Patch Antenna for Use in Wireless Cellular Devices*, Thesis, The Florida State University, 2004.
- Purbo, Onno., *Buku Pegangan Amatir Radio Pemula & Siaga*, Organisasi Amatir Radio Indonesia, Jakarta, Agustus 2007.
- Stutzman, W.L and G.A Thiele., *Antena Theory and Design*, John Wiley & Sons, New York, 1981.
- — — —, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara., *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/196/VII Tentang Tata Cara Evaluasi Teknis Pengadaan Dan/Atau Pemasangan Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan, Navigasi Udara, Elektronika*

Bandar Udara Dan Listrik.,
Dephub, Jakarta, 1997.

- - - -, Laboratorium Antena,
Departemen Elektro dan
Komunikasi Universitas
TELKOM., *Modul Praktikum
Antena dan Propagasi SI
Teknik Telekomunikasi*,
Bandung, 2014.

- - - -, Peraturan Menteri
Komunikasi dan Informatika.,
*Keputusan Menteri
Komunikasi dan Informatika
No. 29 tentang Tabel Alokasi
Spektrum Frekuensi Radio
Indonesia.* Departemen
Komunikasi dan Informatika
Republik Indonesia, Jakarta,
2009.

- - - -, The ARRL, Inc., *The ARRL
Antenna Book*, The ARRL,
Inc, Newington, 2003.