

PEMBUATAN ANTENA $5/8 \lambda$ PADA BAND VHF (30-300 MHz) DENGAN SISTEM POLARISASI CIRCULAR

Budi Setiawan^[1], Imam Santoso, ST., MT.^[2], Yuli Christiyono, ST., MT.^[2]

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

Abstrak- Sejak ditemukan oleh Hertz dan Marconi, antena menjadi semakin dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Karena antena merupakan salah satu elemen penting dalam sistem komunikasi tanpa kabel (wireless), baik dalam sistem komunikasi dengan frekuensi tinggi maupun frekuensi rendah. Dalam penyampaian informasi, penggunaan antena sangat besar manfaatnya apalagi dalam pengiriman informasi tersebut dibatasi oleh jarak, selama ini mayoritas antena yang digunakan adalah antena yang berpolarisasi tunggal yaitu yang berpolarisasi vertikal maupun yang berpolarisasi horizontal saja. Dalam perkembangan dunia komunikasi yang semakin pesat, sistem komunikasi tersebut menuntut mempunyai performansi yang lebih baik dari sebelumnya. Keuntungan polarisasi circular adalah hasil pancaran dapat diterima dengan baik oleh antena penerima yang berpolarisasi vertikal maupun horisonta.

Pada tugas akhir ini dirancang dan dibangun suatu antena yang berpolarisasi circular. Kemudian dilakukan pengujian nilai-nilai parameter yang sudah ditentukan, alat ukurnya menggunakan Signal Generator Hewlett Packard 8656B sebagai Pemancar dan Modulation Analyzer Hewlett Packard 8901A sebagai penerima, dua alat tersebut berfungsi untuk mengetahui frekuensi dan daya yang dihasilkan oleh antena yang dirancang. SWR meter SX-1000 sebagai pengukur VSWR dan VU meter analog untuk mengetahui kuat lemahnya sinyal hasil pancaran dari antena yang dirancang.

Antena hasil perancangan dapat bekerja dengan baik pada frekuensi yang telah ditentukan yaitu 144 MHz, berpola radiasi omni directional dan VSWRnya adalah 1,09. Hasil pancaran antena yang dirancang juga telah dapat diterima dengan baik, menggunakan antena yang berpolarisasi vertikal maupun horisontal yang diamati melalui hasil pergerakan jarum pada alat VU meter analog dengan nilai tertinggi pada saat antena $5/8\lambda$ sebagai pemancar adalah $10 \mu V$ dan pada saat sebagai penerima nilai tertingginya $11 \mu V$.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, perkembangan teknologi di bidang elektronika maju pesat, hal tersebut ditandai dengan ditemukannya alat-alat baru yang lebih bermanfaat, praktis dan ekonomis. Tidak dipungkiri adanya teknologi tersebut mendatangkan kemudahan-kemudahan dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Selama ini antena yang dirancang sebagai antena pemancar maupun antena penerima kebanyakan hanya berpolarisasi vertikal maupun horisontal saja padahal kenyataan dilapangan berkata lain karena para pengguna antena menginginkan efisiensi alat dan hasil pancaran yang optimal baik ketika antena tersebut digunakan sebagai pemancar maupun sebagai penerima.

Dari perihal tersebut, maka muncul gagasan untuk merancang bangun suatu antena dengan polarisasi circular untuk frekuensi kerja pada band VHF (30 MHz – 300 MHz).

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun antena $5/8\lambda$ dengan polarisasi *circular* (melingkar) pada band VHF (30 - 300 MHz), agar diperoleh kualitas pancaran yang optimal dan mudah diterima oleh antena penerima baik berpolarisasi vertikal maupun berpolarisasi horisontal, mengaplikasikan antenna untuk permasalahan pada bidang telekomunikasi, untuk mengembangkan dan menerapkan ilmu yang telah didapat di Universitas Diponegoro Semarang. Kemudian dilakukan pengujian atas parameternya.

1.3 Pembatasan masalah

Hal-hal yang dibahas pada penulisan Tugas Akhir ini, dibatasi pada :

1. Antena yang dirancang adalah antena $5/8 \lambda$ pada band VHF (30-300 MHz) dengan polarisasi *circular* dan frekuensi kerjanya 144 MHz.
2. Parameter-parameter yang diuji adalah Frekuensi, Pola radiasi, VSWR.

II. TEORI DASAR ANTENA $5/8 \lambda$

2.1 Pengertian Antena

Antena menurut Soetams^[10] adalah suatu piranti transisi antara saluran transmisi dengan ruang bebas dan sebaliknya. Antena terbuat dari bahan logam yang berbentuk batang atau kawat dan berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang radio. Antena memiliki berbagai bentuk rangkaian dan model, bila sebuah antenna dipakai ia memiliki dua kegunaan yaitu:

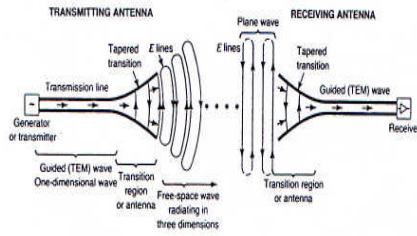
- 1) Memancarkan sinyal gelombang elektromagnetik
- 2) Menerima sinyal gelombang elektromagnetik

Menurut Erwin^[9] salah satu komponen penting dalam telekomunikasi radio adalah antena, yang dapat menentukan jarak suatu pancaran.

Gelombang pemandu berjalan sepanjang jalur transmisi, kemudian diradiasikan menjadi gelombang ruang bebas. Menurut Kraus dkk^[1] konsep dasar antena di ilustrasikan seperti gambar di bawah ini.

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP



Gambar 2.1 Konsep dasar antenna

2.2 FM (Frequency Modulation)

FM (Frequency modulation) menurut Amos^[2] adalah Metode modulasi yang frekuensi gelombang pembawa divariasikan menurut harga sesaat sinyal pemodulasinya. Metoda pemodulasian digunakan dalam siaran audio dalam pita-pita VHF. Ciri penting dari modulasi frekuensi adalah penerimaan dengan teknik modulasi frekuensi kebal terhadap perubahan-perubahan amplitude dalam sinyal-sinyal yang diterima, maka sebagian besar gangguan dapat dihilangkan. Frekuensi-frekuensi band yang telah disepakati secara internasional adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Frekuensi Band

Frekuensi Band	Rentang Frekuensi
VLF (very low frequency)	3 - 30 KHZ
LF (low frequency)	30 - 300 KHz
MF (medium frequency)	300 KHz - 3 MHz
HF (high frequency)	3 - 30 MHz
VHF (very high frequency)	30 - 300 MHz
UHF (ultra high frequency)	300 MHz - 3 GHz
SHF (super high frequency)	3 - 30 GHz
EHF (extra high frequency)	30 - 300 GHz

2.3 Panjang Gelombang

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh gelombang selama satu perioda. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut :

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

- dengan : λ = Panjang gelombang(m)
- c = Kecepatan cahaya.....(3.10⁸ m/s)
- f = Frekuensi(Hz)

Antena memiliki frekuensi resonansi, sehingga panjangnya tertentu. Bentuk dasar sebuah antenna adalah antenna 1/2λ (half wave antenna). Antena 1/2λ merupakan sepotong kawat yang panjangnya :

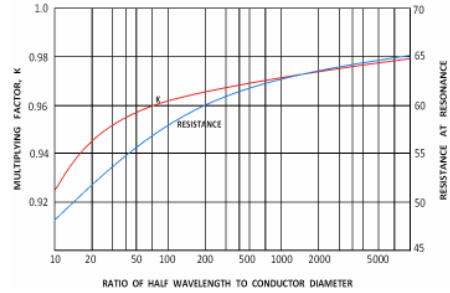
$$1/2 (c/f) = 1/2 (3 \times 10^8)/f = 150/f \text{ meter} \tag{2.2}$$

Panjang bahan antenna ini adalah panjang listrik atau panjang ruang bebas bagi antenna tersebut (electrical length/free space length). Antena terbentang antara tanah dan udara, antenna membutuhkan penyekat terhadap tanah. Udara dan penyekat menyebabkan efek kapasitif, sehingga mempengaruhi kecepatan rambat gelombang elektromagnet. Oleh karena itu, panjang antenna λ dikoreksi dengan faktor K menjadi :

$$L = (150 K/f) \text{ meter} \tag{2.3}$$

L disini merupakan panjang mekanik atau panjang fisik antenna (physical length). Besar nilai K dapat dilihat dapat dilihat pada gambar 2.2, yaitu tergantung pada besar perbandingan 1/2λ terhadap diameter batang konduktor

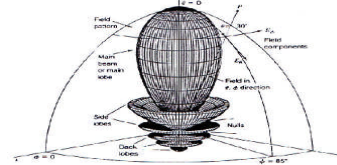
(bahan antenna). Semakin besar diameter batang konduktor, semakin kecil perbandingan 1/2λ terhadap diameter batang konduktor, dan semakin kecil nilai K. Pada gambar 2.2 juga digambarkan hubungan antara diameter batang konduktor dengan resistansi saat resonansi. Semakin besar diameter batang konduktor, kapasitas bertambah, induktansi berkurang, resistansi berkurang, factor kualitas (Q) berkurang, dan kurva antenna tajam namun lebar jalur (bandwidth) semakin lebar. Gambar tentang nilai K menurut Auerbach^[7] adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Faktor K Terhadap Diameter Bahan

2.4 Pola Radiasi Antena

Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energi antenna sebagai fungsi koordinasi ruang, seperti pada Gambar 2.3. Antena diletakkan pada titik asal koordinat ruang. Pancaran energi yang dimaksud adalah intensitas medan listrik dan daya. Kraus dkk^[1] menggambarkan pola radiasi antenna sebagai berikut:



Gambar 2.3 Pola radiasi antenna (2.1)

2.5 Keterarahan dan Penguatan

Keterarahan (Directivity) merupakan penggambaran dari arah pancar atau terima gelombang elektromagnetikdari suatu antenna. Keterarahan dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut

$$D = \frac{4\pi}{\Omega_A} \tag{2.4}$$

Jika daya radiasi sama baik pada semua arah atau Pn(θ, Φ) = 1 untuk semua θ dan Φ, maka ΩA sama dengan 4π, sehingga diperoleh D = 1. Nilai tersebut adalah keterarahan untuk sumber isotropis dan merupakan nilai terkecil yang mampu dimiliki antenna. Maka ΩA harus selalu sama dengan atau lebih kecil dari 4π, sedangkan keterarahan harus selalu sama dengan atau lebih besar dari satu (D≥1).

Dengan memasukkan Persamaan 2.3 ke Persamaan 2.4 akan diperoleh

$$D \approx \frac{4\pi}{\theta_{HP} \cdot \Phi_{HP}} \approx \frac{41000}{\theta_{HP}^{\circ} \cdot \Phi_{HP}^{\circ}} \tag{2.5}$$

Bila diubah dalam skala logaritmik, satuan D adalah dBi. Misal D suatu antenna adalah 20 dBi berarti

antena tersebut meradiasikan daya pada arah main lobe maksimum yang besarnya $100(10^{20/10})$ kali lebih besar dibandingkan bila diradiasikan oleh antenna isotropis pada daya masukan yang sama.

Penguatan (*Gain*) merupakan besaran nilai yang menunjukkan adanya penambahan level sinyal dari sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. Penguatan bergantung pada keterarahan dan efisiensi. Semakin tinggi keterarahannya maka semakin besar pula penguatannya, ditunjukkan pada persamaan berikut ini

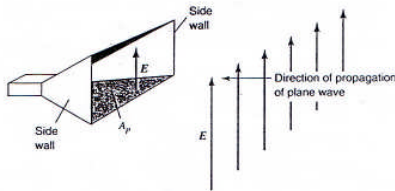
$$G = k.D \quad (2.6)$$

dengan : k = faktor efisiensi dari antenna

2.6 Konsep Aperture

Bila suatu antenna ditenangkan pada medan seragam, dengan kerapatan daya S dan luas tangkapan antenna A , maka jumlah daya yang tertangkap adalah

$$P(\text{Watt}) = S.A \quad (2.7)$$



Gambar 2.6 Konsep aperture

Ada beberapa macam aperture, yaitu

1. *Effective Aperture*, adalah perbandingan daya yang dikirim ke beban dengan kerapatan daya gelombang datang.
2. *Scattering Aperture*, adalah perbandingan daya radiasi balik dengan kerapatan daya gelombang datang
3. *Loss Aperture*, adalah besarnya daya yang didisipasikan menjadi panas pada antenna.
4. *Collecting Aperture*, adalah kumpulan *aperture effective*, *scattering*, dan *loss*.
5. *Physical Aperture*, adalah ukuran fisik dari suatu antenna. Sering pula diasumsikan sebagai luas mulut antenna dan dianggap bernilai sama dengan *physical aperture*.

Ada hubungan yang penting antara *effective aperture* dengan keterarahan pada antenna. Jika intensitas medan dalam celah adalah E_a , daya radiasinya adalah

$$P = \frac{|E_a|^2}{Z} A \quad (2.8)$$

dengan : A = *physical aperture* antenna, m^2
 Z = impedansi intrinsik, ohm

Daya yang diradiasikan dapat pula ditunjukkan dalam intensitas medan E_a pada jarak r , yaitu

$$P = \frac{|E_r|^2}{Z} r^2 \Omega_A \quad (2.9)$$

dengan : Ω_A = sudut solid berkas dari antenna, sr

Relasi antara E_r dan E_a dapat dituliskan sebagai berikut

$$|E_r| = \frac{|E_a|}{r\lambda} A \quad (2.10)$$

dengan : λ = panjang gelombang, m

Dari Persamaan 2.8 sampai dengan Persamaan 2.10, maka dapat diperoleh

$$\lambda^2 = A.\Omega_A \quad (2.11)$$

Sehingga Persamaan 2.4 menjadi

$$D = \frac{4\pi}{\lambda^2} A \quad (2.12)$$

Karena $G = k.D$, maka dapat pula ditulis

$$G = k \frac{4\pi}{\lambda^2} A \quad (2.13)$$

2.7 Polarisasi Antena

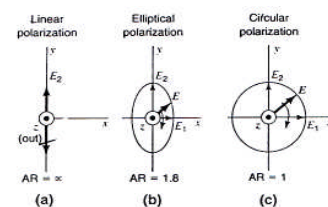
Polarisasi gelombang didefinisikan sebagai arah dari vektor medan listrik terhadap arah rambatan. Polarisasi antenna dibagi menjadi:

- 1) Polarisasi *horizontal* dan polarisasi *vertikal*, gelombang radio yang terdiri dari medan listrik dan magnet yang saling tegak lurus. Saat komponen listrik horizontal maka gelombang dikatakan terpolarisasi horizontal, maka gelombang akan teradiasi pada kutub-kutub horizontal. Sebagai acuan dapat dilihat pada permukaan bumi. Jika medan listrik yang terjadi vertikal maka kutub-kutub vertikal akan mempolarisasi gelombang secara vertikal pula.
- 2) Polarisasi *circular* (melingkar), Pada saat dua gelombang yang sama diantaranya saling mendahului 90 derajat maka medan listrik tersebut akan berputar dengan kecepatan sebesar frekuensi pembawanya dan akan terpolarisasi melingkar. Hanya pada kasus khusus di mana komponen horizontal dan vertikal sama – sama kuat dengan beda fasa 90 derajat maka disebut radiasi circular Polarization.

Polarisasi gelombang dikelompokkan menjadi polarisasi linear, lingkaran (*circular*), dan elips.

Polarisasi linear seperti Gambar 2.7(a) adalah vektor medan listrik yang berada pada bidang yang sama dengan arah rambatan. Suatu gelombang disebut terpolarisasi tegak (*vertical*), bila vektor medan listrik tegak lurus terhadap permukaan bumi. Dan terpolarisasi mendatar (*horizontal*), jika vektor medan listrik sejajar dengan permukaan bumi.

Dalam keadaan tertentu, vektor medan listrik dapat berputar terhadap garis rambatan. Ini disebabkan oleh interaksi gelombang dengan medan magnet bumi pada lapisan F_2 dari ionosfer. Perputaran vektor listrik dapat juga dihasilkan oleh jenis antenna yang digunakan. Alur yang digambarkan oleh ujung dari vektor medan listrik bisa berbentuk elips dan disebut polarisasi elips yang diilustrasikan oleh Gambar 2.7(b).



Gambar 2.8 Polarisasi Antena

Bila perputarannya sesuai dengan arah jarum jam jika dilihat dalam arah rambatan, maka polarisasinya disebut sebagai tangan kanan (*right handed*) dan jika berlawanan dengan arah jarum jam, polarisasinya adalah ke kiri (*left handed*). Keadaan khusus dari polarisasi elips disebut polarisasi lingkaran seperti pada Gambar 2.7(c).

Agar dapat menerima sinyal yang maksimum, polarisasi antena penerima harus sesuai dengan polarisasi antena pemancar. Misal suatu antena memancarkan gelombang pada polarisasi vertikal, maka antena penerima harus diarahkan sejajar dengan vektor medan listrik agar diperoleh penerimaan yang maksimum.

2.8 Impedansi Terminal Antena

Impedansi masukan adalah impedansi yang ditunjukkan oleh antenna pada terminalnya atau nilai antara tegangan dan arus pada terminal antenna atau nilai perbandingan antara komponen medan listrik dan medan magnet pada suatu titik. Setiap impedansi antenna (Z_L) yang dihubungkan dengan saluran transmisi akan menghasilkan gelombang pantul dengan koefisien pantulan ρ dan perbandingan tegangan gelombang berdiri (*VSWR*) sebagai berikut

$$\rho = \frac{|tegangana\ pantul|}{|tegangana\ datang|} = \frac{|V_r|}{|V_i|} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (2.14a)$$

Koefisien pantul dapat juga dihitung atau ditentukan dari nilai impedansi terminal (Z_L) dan impedansi karakteristik saluran transmisi (Z_0). Sehingga didapat persamaan sebagai berikut

$$\rho = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.14b)$$

Dari Persamaan 2.14a didapat pula persamaan untuk *VSWR*, yaitu

$$VSWR = \frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|} \quad (2.14c)$$

Sehingga dari Persamaan 2.14b dan Persamaan 2.14c didapat persamaan *VSWR* sebagai berikut

$$VSWR = \frac{Z_L}{Z_0} \text{ untuk } Z_L > Z_0 \text{ dan } VSWR = \frac{Z_0}{Z_L} \text{ untuk } Z_0 > Z_L \quad (2.14d)$$

Tabel di bawah ini adalah data tentang kerugian-kerugian yang akan di dapat oleh perancang atau pembuat antena jika antena yang dibuat tidak *matching* antara antena, kabel/*coax*, dan pemancarnya, tabel dibawah ini menulis perbandingan *VSWR* mulai dari 1,01:1 sampai 50,00:1. Batas-batas toleransi *VSWR* yang masih di perbolehkan adalah 1:1 sampai 1,25:1 agar antena bekerja sesuai yang di harapkan. Maksud dari pencantuman tabel di bawah ini adalah sebagai acuan atau rambu-rambu bagi pembaca agar

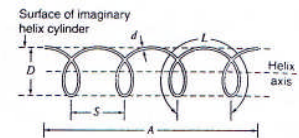
dalam pembuatan atau perancangan antena berhasil sesuai dengan tujuan awal pembuatan antena tersebut.

2.9 Antena $5/8\lambda$

Antena $5/8\lambda$ adalah antenna dengan bentuk geometri dasar berupa tiga dimensi, merupakan kombinasi bentuk garis lurus, lingkaran, dan silinder. Ada beberapa karakteristik dasar dari antena $5/8\lambda$ kawat tunggal ragam sumbu ini, yaitu

1. Antena $5/8\lambda$ memiliki polarisasi sirkular. Dengan elemen pencatu berpolarisasi sirkular diharapkan rugi akibat polarisasi silang dapat teratasi.
2. Dimensi antena mempunyai hubungan linier dengan panjang gelombang frekuensi tengah operasi, sehingga dimensinya akan semakin kecil dengan meningkatnya frekuensi operasi.
3. Pengarahan dan penguatan yang baik pada rentang frekuensi yang lebar.
4. Impedansi masukan adalah resistif dan relatif konstan pada rentang frekuensi kerja operasi, sehingga memudahkan untuk perealisasi penyepadan impedansi.
5. *VSWR* yang relatif konstan.

Untuk dimensi dan parameter elemen primer antena helix adalah seperti gambar di bawah ini.

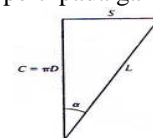


Gambar 2.8 Konstruksi Antena Helix

- dengan :
- D = diameter helix
 - C = sirkumferensi helix = $\pi \cdot D$
 - S = jarak antar putaran helix
 - α = sudut *pitch* = $\text{tg}^{-1}(S/\pi D)$
 - L = panjang satu putaran
 - n = jumlah putaran
 - A = panjang sumbu helix = $n \cdot S$
 - D = diameter konduktor helix = $2a$

Beberapa dimensi helix kadang dituliskan dengan panjang gelombang (λ), misalnya C_λ dan S_λ . Simbol λ tersebut melambangkan dimensi yang bersangkutan diukur berdasarkan nilai panjang gelombang.

Jika satu putaran helix dibentangkan pada bidang datar, hubungan antara S, C, L dan α merupakan suatu hubungan segitiga seperti pada gambar berikut



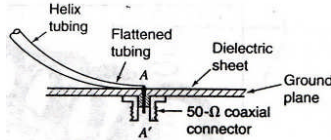
Gambar 2.9 Hubungan antara S, C, L dan α

Antena $5/8\lambda$ dapat diumpankan secara aksial, dengan sisi luar ditempatkan *ground plane*. Konduktor dalam dari kabel *coaxial* terhubung ke antena $5/8\lambda$ dan konduktor luar menuju *ground plane*. *Ground plane* dapat berbentuk lingkaran maupun kotak dengan diameter atau dimensi sisi setidaknya $3/4 \lambda$.

Nilai Impedansi terminal antena helix dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut

$$R(\Omega) = \frac{150}{\sqrt{C_\lambda}} \quad (2.15)$$

Namun pada umumnya saluran transmisi yang digunakan pada televisi yaitu kabel *coaxial* dengan impedansi karakteristik 75 ohm, sedangkan impedansi antenna helix sekitar 150 ohm. Sehingga harus dilakukan *matching* (penyepadanan) impedansi antara antenna dan saluran transmisinya. Salah satu caranya adalah dengan membuat kawat dari 1/4 putaran terakhir helix untuk dipipihkan atau diruncingkan secara berangsur-angsur sampai dengan sepenuhnya pada terminal, seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 2.10 Penyepadanan Impedansi

III. RANCANG BANGUN ANTENA 5/8λ

3.1 Perancangan Antena

Dalam merancang suatu antena terlebih dahulu ditentukan parameternya. Adapun parameter yang harus diperhatikan perancangan antena ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan frekuensi kerja dan panjang gelombang.
2. Menentukan jarak lengkung antena 5/8λ
3. Nilai impedansi antena 5/8λ.
4. Nilai VSWR.

3.1.1 Perancangan Elemen Primer

Tahap-tahap perancangan elemen primer dari antena 5/8λ adalah sebagai berikut:

a. Menentukan frekuensi kerja dan panjang gelombang

Lebar pita frekuensi yang diinginkan merupakan band VHF, sebagai band operasi dengan bandwidth 30MHz – 300MHz. Frekuensi kerja antena yang dirancang pada 144 MHz, sedang diameter bahannya adalah $d = 1,905$ cm. Untuk mencari panjang gelombangnya :

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \frac{3 \times 10^8}{144 \times 10^6} = 2,08 \text{ m} \Rightarrow 208 \text{ cm}$$

Hasil λ tersebut masih disebut sebagai panjang listrik (*electrical length*) untuk mendapat panjang fisik antena (*physical length*) perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{perbandingan } 1/2\lambda \text{ pada diameter bahan} &= \frac{\lambda}{d} 0,5 \\ \Rightarrow \frac{208}{1,905} 0,5 &= 54,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

54,6 tersebut kita koreksi dengan factor K, harga K tersebut diperoleh dengan melihat kurva pada gambar 2.2 maka hasil yang didapat adalah $K = 0,96$, sehingga :

$$\lambda = 208 \times 0,96 = 199,7 \text{ cm}$$

Sedang antena yang saya buat adalah 5/8λ ($5/8 = 0,625$) sehingga menjadi :

$$\frac{5}{8} \lambda = 199,7 \times 0,625 = 124 \text{ cm}$$

Agar dihasilkan antena yang maksimal dan optimal maka hasil λ yang didapat tadi dibagi menjadi 3 bagian sehingga perhitungannya menjadi :

$$1/3 \text{ bagian} = \frac{124,8}{3} = 42 \text{ cm}$$

b. Menentukan jarak lengkung antena 5/8λ

Berdasarkan Gambar 2.9 maka jarak antar putaran helix berkaitan dengan sudut angkat (α). Oleh sebab itu terlebih dahulu ditentukan sudut angkatnya yaitu $\alpha = 12^\circ$, karena sudut angkat (pitch angle) yang optimal berkisar 12° s/d. 14° . Sehingga jarak antar putaran antena 5/8λ adalah:

$$\alpha = \arctan \frac{S}{C} \Leftrightarrow \tan \alpha = \frac{S}{C}$$

$$\tan 12^\circ = \frac{S}{124,8} \Rightarrow S = 0,21 \times 124,8 = 26 \text{ cm}$$

Sedangkan untuk nilai S_λ adalah

$$S_\lambda = \frac{S}{\lambda} = \frac{26}{124,8} = 0,21$$

c. Nilai Impedansi Antena 5/8 λ

Berdasarkan Persamaan 2.15 maka nilai impedansi antena 5/8λ adalah

$$R = \frac{50}{\sqrt{C_\lambda}} = \frac{50}{\sqrt{1}} = 50 \Omega$$

d. Nilai VSWR

Pada umumnya saluran transmisi yang digunakan pada pemancar radio yaitu kabel *coaxial* dengan impedansi karakteristik 50 ohm, sedangkan impedansi antena 5/8λ sebesar 50 ohm, maka nilai VSWR berdasar Persamaan 2.14d sebagai berikut

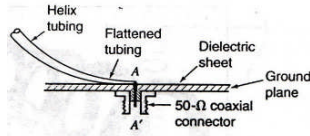
$$VSWR = \frac{Z_L}{Z_0} = \frac{50}{50} = 1$$

3.1.2 Pemilihan Bahan

Sebagai konduktornya dipilih bahan aluminium yang memiliki konduktivitas cukup baik yaitu sebesar $3,72 \times 10^7$ mho/m. Bahan aluminium juga banyak tersedia di pasaran dan harganya terjangkau. Diameter aluminium yang digunakan adalah sekitar 1,905 cm, karena diameter sebesar itu tidak terlalu kaku untuk dibuat melengkung.

3.1.3 Perancangan Penyepadanan Impedansi

Penyepadanan impedansi dibuat dengan cara, yaitu kawat dari $\frac{1}{4}$ putaran terakhir untuk dipipihkan atau diruncingkan secara berangsur-angsur sampai dengan sepenuhnya pada terminal, seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Penyepadanan Impedansi

3.1.4 Perancangan Kabel

Penghubung antara antenna dan pesawat pemancar maupun pesawat penerima sangat dibutuhkan dan tidak kalah penting dalam perancangan antenna, yang lazim digunakan adalah kabel sebagai penghubungnya. Dalam rancang bangun antenna ini digunakan kabel *coax* dengan tipe RG 58 dengan impedansi 50Ω dengan panjang 3,3 m.

3.2 Pembuatan Antena $5/8\lambda$

Setelah menentukan parameter, langkah selanjutnya adalah pembuatan atau pembangunan antenna $5/8\lambda$. Ada beberapa bahan yang digunakan dalam pembuatan antenna $5/8\lambda$, yaitu

Pipa aluminium dengan diameter 1,905 cm.

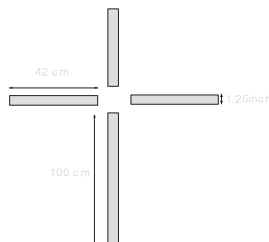
1. Pipa aluminium dengan diameter 1,25 Inch
2. Teflon sebagai *groundplane*.
3. Konektor, timah solder.
4. Bronze sebagai braket untuk feeding pointnya.
5. Coax RG 58.
6. Karet penutup pipa.
7. Mur dan baut.

Sedangkan peralatan yang digunakan dalam pembuatan antenna helix adalah sebagai berikut

1. Gergaji besi.
2. Meteran.
3. Mesin bor.
4. Autosol.
5. Tool sheet.
6. Solder, kikir dan lain-lain.

Untuk langkah-langkah pembuatan atau pembangunan dari antenna $5/8\lambda$ adalah sebagai berikut

1. Membuat kerangka antenna $5/8\lambda$ sebagai mast boom dari pipa aluminium, sesuai dengan ukuran yang telah dirancang dan diperhitungkan, seperti pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Kerangka Antena $5/8\lambda$ Sebagai Mast Boom

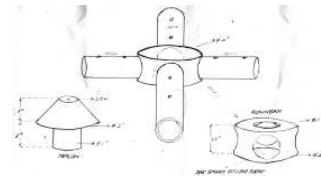
2. Untuk membuat radiator melengkung dilakukan dengan cara pipa aluminium langsung dirol pada

alat pengerol seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.3 Alat Pengerol Pipa Aluminium

3. Selanjutnya mengatur jarak antar radiator sesuai dengan perhitungan. Agar radiator tidak bergerak, maka dipasang klem untuk menjepit pipa aluminium pada mast boom.
4. Penyepadanan impedansi dibuat dengan cara yaitu kawat dari $\frac{1}{4}$ putaran terakhir untuk dipipihkan atau diruncingkan dengan kikir secara berangsur-angsur sampai dengan sepenuhnya pada terminal.
5. *Groundplane* dibuat dari bronze dan di atasnya diberi Teflon berbentuk kros melingkar dimal dan dibentuk dengan mesin bubut sebagai tumpuan antenna (*feeding point*) yang akan dirancang.



Gambar 3.4 Feeding Point

Konektor dipasang menempel pada *groundplane* dengan konduktor luar disolder terhubung pada *groundplane* dan konduktor dalam disolder terhubung dengan antenna yang dirancang.

Adapun konstruksi antenna $5/8\lambda$ secara keseluruhan adalah seperti pada gambar berikut:

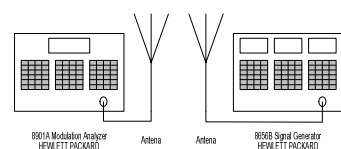


Gambar 3.5 Konstruksi tampak dari sisi samping

III. PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian dan Analisa Frekuensi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui frekuensi resonansi dan lebar pita frekuensi dari antenna yang diuji. Dalam pengujian ini menggunakan alat ukur Signal Generator Hewlett Packard 8656B, Modulation Analyzer Hewlett Packard 8901A, antenna radio, dan konektor secukupnya. Adapun konfigurasi pengujian adalah seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Konfigurasi Pengujian Frekuensi

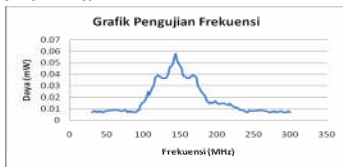
Apabila antenna $5/8\lambda$ akan diuji sebagai antenna penerima, maka antenna $5/8\lambda$ dihubungkan pada alat ukur Modulation Analyzer HP 8901A. Sedangkan sebagai pemancarnya menggunakan antenna teleskopik yang dihubungkan pada Signal Generator HP 8656B. Sebaliknya, bila antenna $5/8\lambda$ akan diuji sebagai antenna pemancar maka dihubungkan pada Signal Generator HP 8656B, dan penerimanya menggunakan antenna teleskopik yang dihubungkan pada Modulation Analyzer HP 8901A. Begitu pula untuk pengujian frekuensi dari antenna jenis lainnya dengan langkah yang sama. Pada Signal Generator terlebih dahulu diatur frekuensi dan daya sinyal yang dibangkitkan. Untuk frekuensinya diatur dari 30 MHz sampai dengan 300 MHz dengan daya sinyal 13dBm (daya maksimal yang dapat dibangkitkan). Dengan kelipatan 2 MHz, dicatat daya sinyal yang dapat diterima oleh Modulation Analyzer dan selanjutnya dapat dibuat grafiknya.

1. Antena $5/8\lambda$

a. Sebagai Pemancar

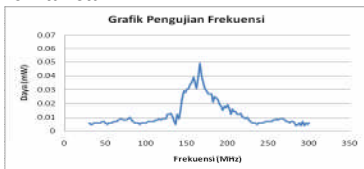


b. Sebagai Penerima



2. Antena Helical Dengan Polarisasi Vertikal

a. Sebagai Pemancar

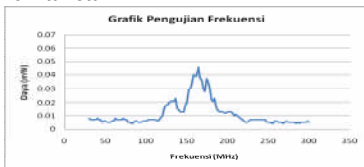


b. Sebagai Penerima



3. Antena Teleskopik Dengan Polarisasi Horisontal

a. Sebagai Pemancar



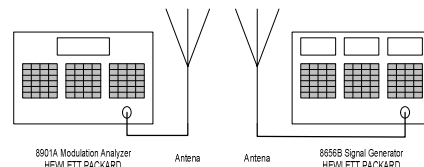
b. Sebagai Penerima



Dari hasil-hasil data di atas dapat diketahui bahwa antenna $5/8\lambda$, antenna teleskopik dan antenna helical yang diujikan sudah bekerja pada frekuensi yang diharapkan yaitu dapat menerima dan memancarkan sinyal pada rentang frekuensi 30 MHz sampai 300 MHz. Untuk frekuensi resonansi antenna $5/8\lambda$ sudah sesuai yang ditentukan yaitu tepat pada frekuensi 144 MHz, sedang untuk antenna pembanding yaitu antenna teleskopik beresonansi pada frekuensi 164 MHz dan antenna helical beresonansi pada frekuensi 166 MHz.

1.2 Pengujian dan Analisa Pola Radiasi

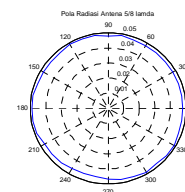
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pola radiasi dari masing-masing antenna yang diuji. Dalam pengujian ini menggunakan alat ukur Signal Generator Hewlett Packard 8656B, Modulation Analyzer Hewlett Packard 8901A, antenna teleskopik, dan konektor secukupnya. Adapun konfigurasi pengujian adalah seperti pada Gambar 4.10



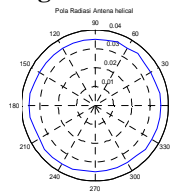
Gambar 4.10 Konfigurasi Pengujian Pola Radiasi

Sama halnya pada pengujian frekuensi, antenna yang akan diuji dapat dijadikan sebagai pemancar maupun penerima. Namun pada pengujian ini frekuensi pada Signal Generator diatur hanya pada frekuensi resonansi dari antenna uji, yang mempunyai nilai daya sinyal tinggi. Untuk mendapatkan hasil pola radiasi, antenna uji diputar 360° dengan setiap kelipatan 10° dicatat daya sinyal yang dapat diterima oleh Modulation Analyzer. Kemudian dari hasil tersebut, dibuat pola radiasinya dengan menggunakan program MATLAB 7.01.

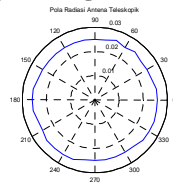
1. Antena $5/8\lambda$



2. Antena Helical Dengan Polarisasi Vertikal



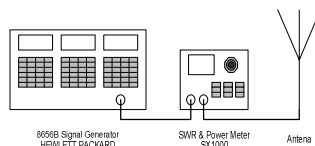
3. Antena Teleskopik Dengan Polarisasi Horizontal



Pada pengujian ini, hasil pola radiasi yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diharapkan. Khususnya untuk antena $5/8\lambda$, pola radiasi yang diperoleh dari pengujian sudah sesuai dengan literatur yang digunakan. Meskipun dalam penggambarannya masih terlihat kasar. Karena dalam pengujian dilakukan secara manual dan skala kelipatan sudutnya sebesar 10° .

1.3 Pengujian dan Analisa VSWR

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai VSWR dari masing-masing antena yang diuji. Dalam pengujian ini menggunakan alat ukur Signal Generator Hewlett Packard 8656B, SWR Meter SX-1000, dan konektor secukupnya. Adapun konfigurasi pengujian adalah seperti pada Gambar 4.15

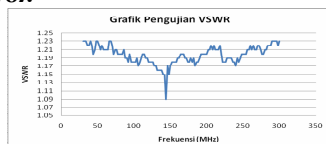


Gambar 4.15 Konfigurasi Pengujian VSWR

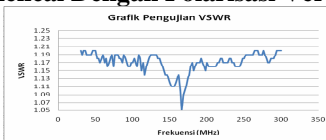
Pada pengujian ini, frekuensi dan daya sinyal yang akan dibangkitkan oleh Signal Generator terlebih dahulu diatur. Untuk frekuensinya diatur mulai dari 30 MHz sampai dengan 300 MHz dan daya sinyalnya sebesar 13 dBm. Dengan kelipatan frekuensi 2 MHz dari pembangkit, dapat dicatat nilai VSWR yang ditunjukkan oleh SWR Meter dan selanjutnya dapat dibuat grafiknya.

Adapun hasil dari pengujian VSWR ini adalah sebagai berikut :

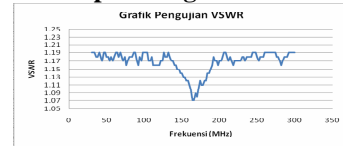
1. Antena $5/8\lambda$



2. Antena Helical Dengan Polarisasi Vertikal



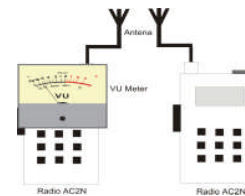
3. Antena Teleskopik Dengan Polarisasi Horizontal



Hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa masing-masing antena uji memiliki penyepadan impedansi yang baik. Karena bila suatu antena memiliki nilai VSWR lebih kecil dari 1,25 pada frekuensi resonansi, maka antena tersebut bisa dikatakan sudah memiliki penyepadan impedansi yang baik. Pada pengujian ini, antena jenis Helical memiliki penyepadan impedansi yang paling baik dengan VSWR yaitu 1,05. Kemudian pada antena Teleskopik diperoleh VSWR yaitu 1,07. Untuk antena $5/8\lambda$ sendiri mempunyai nilai VSWR sebesar 1,09. Sehingga antena $5/8\lambda$ bisa dikatakan paling buruk pada pengujian ini. Hal ini disebabkan pada waktu pembuatan penyepadan impedansi kurang presisi dan dengan peralatan yang minim sedang dua antena pembanding dibuat dipabrik yang peralatan maupun bahan sudah memadai dan bagus.

1.4 Pengujian dan Analisa dengan Radio

Pada tahap pengujian ini, antena uji secara langsung diujikan pada pesawat radio AC2N dengan VU meter analog. Adapun konfigurasi pengujian adalah seperti pada Gambar 4.4

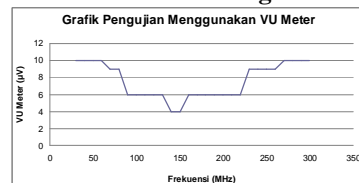


Gambar 4.19 Konfigurasi Pengujian Menggunakan VU Meter

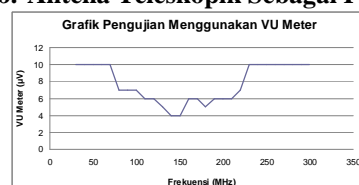
Ketika antena $5/8\lambda$ dijadikan sebagai pemancar maka dua antena pembanding dijadikan sebagai antena penerima secara bergantian begitu juga sebaliknya hal ini bertujuan untuk mengetahui kualitas masing-masing antena uji bila diujikan pada radio. Adapun hasil pengujiannya adalah sebagai berikut :

1.4.1 Antena $5/8\lambda$ Sebagai Pemancar

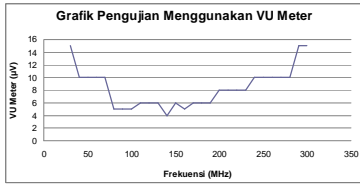
a. Antena Helical Sebagai Penerima



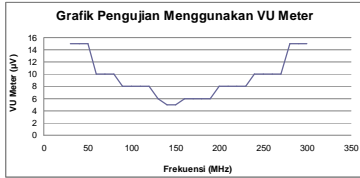
b. Antena Teleskopik Sebagai Penerima



1.4.2 Antena $5/8\lambda$ Sebagai Penerima
a. Antena Helical Sebagai Pemancar



b. Antena Teleskopik Sebagai Pemancar



Hasil yang diperoleh adalah hasil pergerakan jarum yang terlihat di VU meter analog dan dilakukan pengujian jarak antar antena adalah 10 meter, ketika antena $5/8\lambda$ sebagai pemancar sedang antena helical dan antena teleskopik sebagai penerima didapat nilai tertinggi adalah 10 μV sedang ketika antena $5/8\lambda$ sebagai penerima, antena helical dan antena teleskopik sebagai pemancar didapat nilai pada VU meter analog adalah 11 μV .

IV. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hal-hal penting sebagai berikut :

1. Antena $5/8\lambda$ yang dirancang sudah sesuai dengan yang diharapkan yaitu beresonansi pada frekuensi 144 Mhz.
2. Pola radiasi antena $5/8\lambda$ berbentuk melingkar.
3. Nilai VSWR semua antena yang telah diuji adalah baik karena lebih kecil dari 1,25. Antena $5/8\lambda$ memiliki nilai VSWR sebesar 1,09.
4. Hasil pengujian frekuensi antena $5/8\lambda$ sebagai pemancar dan penerima daya terkecil diperoleh nilai sebesar 0,007 mW sedang daya terbesar diperoleh nilai 0,058 mW pada frekuensi 144 MHz.
5. Hasil pengujian pola radiasi antena $5/8\lambda$ nilai daya terkecil adalah 0,046 mW daya terbesar diperoleh 0,049 mW.
6. Hasil pengujian VSWR antena $5/8\lambda$ diperoleh nilai VSWR terbesar sebesar 1,23 untuk nilai VSWR terkecil 1,09 tepat pada frekuensi yang ditentukan yaitu 144 MHz.
7. Ketika antena $5/8\lambda$ sebagai pemancar sedang antena helical dan antena teleskopik sebagai penerima didapat nilai tertinggi adalah 10 μV sedang ketika antena $5/8\lambda$ sebagai penerima, antena helical dan antena teleskopik sebagai pemancar didapat nilai pada VU meter analog adalah 11 μV .

5.1 Saran

Adapun saran untuk penelitian rancang bangun antena lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Dalam perancangan dan pembuatan antena hendaklah seakurat mungkin, baik nilai parameter yang akan digunakan maupun peralatan yang digunakan.

2. Dalam pengujian, skala untuk hasil pengujian dapat diperkecil untuk memperoleh hasil yang akurat. Misalnya, untuk pola radiasi gunakan skala pengujiannya sebesar 2° .
3. Untuk mendapatkan polarisasi yang benar-benar *circular* atau melingkar maka pembuatan antena ini distek lebih dari satu (2,4,6,8.....dst)
4. Dapat dikembangkan untuk rancang bangun antena jenis lainnya, selain antena $5/8\lambda$ dan antena yang sudah beredar di pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 1 Kraus, J.D. and Marhefka, R.J., *Antennas : for All Applications*, 3rd ed., Mc. Graw Hill, New York, 2002.
- [2] Amos S.W, *Kamus elektronika*, Cetakan ke-3, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1996.
- [3] S. Wasito, *Vademekum elektronika*, PT. Gramedia, Jakarta, 1985.
- [4] Suhana dan Shoji Shigeki, *Buku Pegangan Teknik Telekomunikasi*, Cetakan ke-6, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1994..
- [5] Carr, J.J, *Practical Antena Hand Book*, 4th ed., Mc. Graw Hill, USA, 2001.

Biodata Penulis

**Budi Setiawan
(L2F305197)**



Penulis adalah mahasiswa S1 Teknik Elektro Ekstensi angkatan 2005, konsentrasi Elektronika Telekomunikasi Universitas Diponegoro.

Menyetujui dan Mengesahkan
Pembimbing I

Imam Santoso, ST., MT.

NIP. 132 162 546

Tanggal:.....

Pembimbing II

Yuli Christiyono, ST., MT.

NIP. 132 163 660

Tanggal:.....