

RANCANG BANGUN ANTENA *MONOFILAR AXIAL-MODE HELICAL* PADA BAND UHF TV (300-800 MHz)

Agung Suko Raharjo^[1], Agung Budi P., ST., MIT.^[2], Yuli Christiyono, ST., MT.^[2]

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

Abstrak

Antena menjadi piranti transmisi penting dalam sistem penerima televisi, karena tidak dimungkinkan lagi kabel sebagai saluran transmisinya yang dibatasi oleh jarak. Antena televisi yang ada di pasar sekarang ini sudah banyak ragam jenis dan tipenya. Namun belum ada antena penerima televisi jenis helix yang beredar. Oleh karena itu muncul gagasan untuk merancang bangun antena penerima televisi jenis Helix dengan frekuensi kerja pada band UHF TV (300 MHz – 800 MHz). Sehingga dengan adanya antena Helix, diharapkan dapat menambah daftar jenis antena televisi di pasar.

Perancangan bentuk dan ukuran merupakan langkah awal pada Tugas Akhir ini. Setelah bentuk dan ukuran ditentukan, langkah kedua yaitu pembuatan antena helix. Langkah selanjutnya adalah pengujian terhadap beberapa parameter penting, diantaranya frekuensi, VSWR, pola radiasi, HPBW dan FNBW, serta diujikan pada televisi. Pengujian juga dilakukan terhadap antena yang sudah beredar di pasar, dengan tujuan sebagai pembandingan.

Dari hasil pengujian, antena Helix beresonansi pada frekuensi 500 MHz, sedangkan frekuensi resonansi yang diharapkan yaitu 550 MHz. Pada pengujian VSWR diperoleh nilai sebesar 1,2. Pola radiasi antena helix berbentuk lonjong dengan HPBW sebesar 67° dan FNBW sebesar 155°. Untuk hasil pengujian pada televisi, antena helix memiliki kualitas penerimaan sinyal dari seluruh stasiun TV yang baik.

Kata kunci : UHF, Televisi, Helix, penerima.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketika suatu sistem komunikasi dibatasi oleh jarak, sementara komunikasi tersebut harus tetap berlangsung, dan tidak dimungkinkan kabel sebagai saluran transmisinya. Maka dipilihlah sistem komunikasi radio sebagai solusi dengan antena sebagai piranti transmisinya.

Sistem penerima televisi merupakan komunikasi satu arah yang tidak lepas dari peran suatu antena. Sehingga baik pada sisi pemancar maupun penerima, sistem komunikasi ini membutuhkan antena, yang lebih dikenal dengan sebutan antena UHF.

Antena penerima televisi yang ada di pasar sudah banyak jenis dan tipenya, misalnya jenis PF yang menjadi pilihan banyak orang. Namun dari sekian jenis antena yang beredar, belum ada antena televisi jenis Helix yang beredar sampai saat ini.

Dari perihal tersebut, maka muncul gagasan untuk merancang bangun suatu antena penerima jenis Helix untuk frekuensi kerja pada band UHF TV (300 MHz – 800 MHz).

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun antena helix pada band UHF TV (300-800 MHz) pada sisi penerima, agar diperoleh kualitas yang bagus dari antena jenis lain yang beredar di pasar. 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 penerima pada band UHF TV (300 - 800 MHz).
2. Parameter-parameter yang diujikan adalah Frekuensi, Pola radiasi, VSWR, HPBW, FNBW.

II. TEORI DASAR ANTENA HELIX

2.1 Pengertian Antena

Antena adalah suatu piranti transisi antara saluran transmisi dengan ruang hampa dan sebaliknya. Antena terbuat dari bahan logam yang berbentuk batang atau kawat dan berfungsi untuk memancarkan atau menerima gelombang radio. Antena juga merupakan transducer karena mengubah arus bolak-balik menjadi foton pada frekuensi radio, atau sebaliknya. Selain itu, antena juga merupakan piranti pengarah karena digunakan untuk mengarahkan energi pancaran pada suatu arah dan menekan pada arah yang lain.^[1]

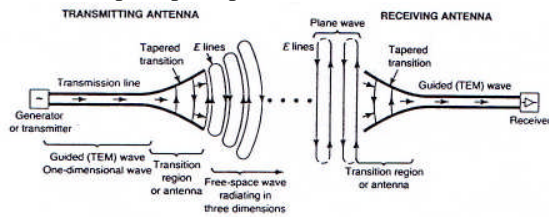
Jalur transmisi adalah perangkat untuk menstransmisikan atau membawa energi frekuensi radio dari satu titik ke titik lainnya. Energi yang ditransmisikan diharapkan memiliki atenuasi minimum, serta rugi-rugi akibat panas dan radiasi sekecil mungkin. Pada saat proses transmisi, gelombang akan ditransmisikan sepanjang jalur transmisi dan tidak menyebar ke udara. Jalur transmisi ini dapat berupa kabel *coaxial*, terkadang juga ditambahkan dengan pipa untuk memperluas jalur transmisi dan dikenal sebagai pemandu gelombang (*wave guide*). Bila jalur transmisi terhubung dengan sebuah pemancar atau pembangkit, maka akan dihasilkan gelombang berjalan yang seragam sepanjang jalur transmisi. Jika jalur tersebut dihubungkan singkat, gelombang berjalan ke arah luar akan dipantulkan kembali, dan menghasilkan gelombang berdiri pada jalur transmisi sebagai hasil interferensi antara gelombang keluar dan gelombang pantul. Gelombang berdiri dapat pula dihubungkan sebagai konsentrasi lokal dari energi. Jika gelombang pantul sama dengan gelombang keluar, maka diperoleh gelombang berdiri murni.^[5] Energi yang berkonsentrasi di dalamnya seperti gelombang yang beresilasi dari seluruhnya elektrik menjadi magnetik dan kembali dua kali per siklus. Energi

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

tersebut berkelakuan seperti karakteristik rangkaian resonan atau resonator. Sehingga, antenna meradiasikan atau menerima energi, jalur transmisi membawa energi, sementara resonator menyimpan energi.

Gelombang pemandu berjalan sepanjang jalur transmisi, kemudian diradiasikan menjadi gelombang ruang hampa. Gelombang pemandu adalah gelombang datar dengan sedikit rugi-rugi, sedangkan gelombang ruang hampa adalah gelombang yang diperluas membentuk lapisan-lapisan. Daerah transisi antara gelombang pemandu dan gelombang ruang hampa dapat disebut sebagai antenna. Bila jalur transmisi atau pemandu gelombang digunakan untuk meminimalkan radiasi, sedangkan antenna dirancang untuk meradiasikan atau menerima energi seefektif mungkin. Gambar 2.1 di bawah ini mengilustrasikan konsep dasar antenna seperti pemaparan di atas.



Gambar 2.1 Konsep dasar antenna

2.2 Panjang Gelombang

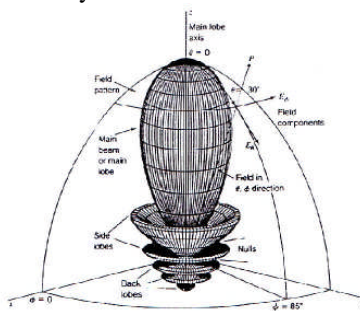
Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh gelombang selama satu periode. Dalam sistem komunikasi khususnya dalam pembuatan antenna panjang gelombang merupakan faktor utama untuk merancang antenna. Rumus perhitungannya adalah

$$\lambda = \frac{C}{F} \quad (2.1)$$

dengan : λ = Panjang gelombang (m)
 C = Kecepatan cahaya ($3 \cdot 10^8$ m/s)
 F = Frekuensi (Hz)

2.3 Pola Radiasi Antena

Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energi antenna sebagai fungsi koordinasi ruang, seperti pada Gambar 2.2. Antena diletakkan pada titik asal koordinat ruang. Pancaran energi yang dimaksud adalah intensitas medan listrik dan daya.^[2]



Gambar 2.2 Pola radiasi antenna

Berdasarkan pola radiasinya, antenna dikelompokkan menjadi dua yaitu

1. Antena terarah (*directional antenna*), yaitu antenna yang mampu memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik pada arah tertentu saja.

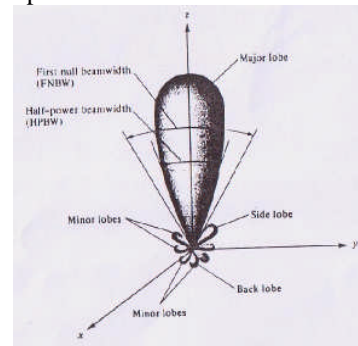
2. Antena tidak terarah (*undirectional antenna*), yaitu antenna yang mampu memancarkan atau menerima energi ke segala arah.

Sebagai variasi pola radiasi, dikenal istilah *lobe*, beberapa macamnya yaitu

1. *Mayor lobe (main lobe)* adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang memiliki nilai maksimum.
2. *Minor lobe* adalah bagian pola radiasi yang terdiri dari side lobe dan back lobe. Minor lobe biasanya merupakan bagian pola radiasi yang tidak diinginkan.
3. *Side lobe* adalah bagian pola radiasi yang terletak disamping mayor lobe dan merupakan bagian minor lobe yang terbesar.
4. *Back lobe* adalah bagian pola radiasi yang berlawanan arah dengan minor lobe.

2.4 Half Power Beamwidth (HPBW) dan First Null Beamwidth (FNBW)

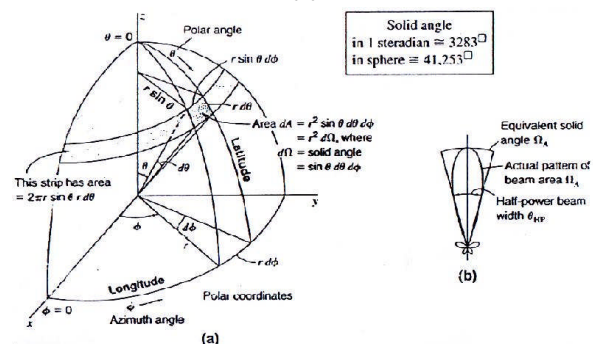
HPBW yaitu lebar berkas diantara sisi-sisi *major lobe* yang nilai dayanya setengah dari nilai daya maksimum *major lobe*. Sedangkan FNBW adalah lebar berkas diantara sisi-sisi *major lobe* yang nilai dayanya nol. HPBW dan FNBW dinyatakan dalam satuan derajat sudut, seperti pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Pola medan antenna dengan koordinat polar

Area berkas (sudut tetap berkas untuk sebuah antenna), seperti pada Gambar 2.4 diberikan oleh nilai integral dari pola daya ternormalisir sepanjang lapisan ($4\pi sr$) dengan $d\Omega = \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\Phi$

$$\Omega_A(sr) = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} Pn(\theta, \Phi) d\Omega \quad (2.2)$$



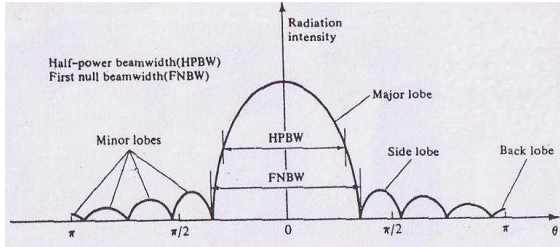
Gambar 2.4 Area berkas

Sudut solid sering pula dijelaskan mendekati sudut yang dibentuk oleh daya setengah dari *main lobe* dalam dua ruang utama, yang besarnya

$$\Omega_A(sr) \approx \theta_{HP} \cdot \Phi_{HP} \quad (2.3)$$

dengan θ_{HP} dan $\Phi_{HP} =$ lebar berkas setengah daya (*half power beamwidth = HPBW*).

Untuk menunjukkan lebih jelas mengenai *minor lobe*, pola radiasi antenna dapat disajikan dalam koordinat *rectangular* dalam *decibel*, seperti pada Gambar 2.5 dengan nilai daya radiasi antenna dalam *decibel* adalah logaritma 10 dari $P_n(\theta, \Phi)$.



Gambar 2.5 Pola medan antenna dengan sistem koordinat *rectangular*

Nilai daya maksimum pada *major lobe* dapat menunjukkan kualitas pemancaran atau penerimaan suatu antenna yang disebut efisiensi berkas (*beam efficiency*). Efisiensi berkas merupakan perbandingan daya pada *major lobe* dengan daya total antenna.^[3]

2.5 Keterarahan dan Penguatan

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

$$D = \frac{4\pi}{\Omega_A} \quad (2.4)$$

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

Dengan memasukkan Persamaan 2.3 ke Persamaan 2.4 akan diperoleh

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

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

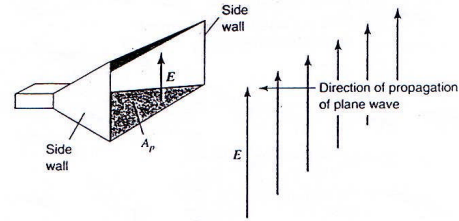
$$G = k \cdot D \quad (2.6)$$

dengan : $k =$ faktor efisiensi dari antenna

2.6 Konsep Aperture

Bila suatu antenna dibenamkan pada medan seragam, dengan kerapatan daya S dan luas tangkapan antenna A , maka jumlah daya yang tertangkap adalah^[4]

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



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_r pada jarak r , yaitu

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

dengan : $\Omega_A =$ 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 : $\lambda =$ panjang gelombang, m

Dari Persamaan 2.8 sampai dengan Persamaan 2.10, maka dapat diperoleh

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

Sehingga Persamaan 2.4 menjadi

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

Karena $G = k \cdot D$, maka dapat pula ditulis

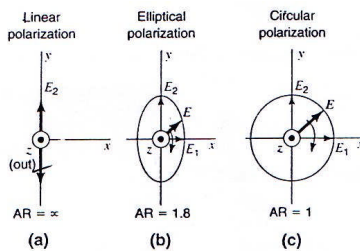
$$G = k \frac{4\pi}{\lambda^2} A \quad (2.13)$$

2.7 Polarisasi Antena

Polarisasi gelombang didefinisikan sebagai arah dari vektor medan listrik terhadap arah rambatan. Polarisasi gelombang dikelompokkan menjadi polarisasi linear, lingkaran (*circular*), dan elips.^[5]

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 (vertikal), 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 F₂ dari ionosfer. Perputaran vektor listrik dapat juga dihasilkan oleh jenis antena 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 2.7 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 perbandingan 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

$$\rho = \frac{|tegangantantul|}{|tegangandatan g|} = \frac{|V_r|}{|V_i|} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \quad (2.14a)$$

Koefisien pantul dapat juga dihitung atau ditentukan dari nilai impedansi terminal (Z_L) dan impedansi karakteristik saluran transmisi (Z_o). Sehingga didapat persamaan sebagai berikut^[6]

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

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

$$VSWR = \frac{Z_L}{Z_o} \text{ untuk } Z_L > Z_o$$

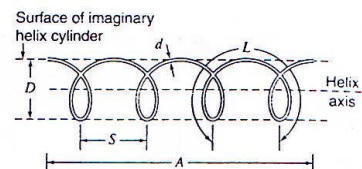
$$\text{dan } VSWR = \frac{Z_o}{Z_L} \text{ untuk } Z_o > Z_L \quad (2.14d)$$

2.9 Antena Helix^{[5][6]}

Antena Helix adalah antenna dengan bentuk geometri dasar berupa tiga dimensi. Helix merupakan kombinasi bentuk garis lurus, lingkaran, dan silinder. Ada beberapa karakteristik dasar dari antena helix kawat tunggal ragam sumbu ini, yaitu

1. Antena helix 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 penyepadanan impedansi.
5. VSWR yang relatif konstan.

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

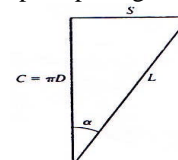


Gambar 2.8 Konstruksi Antena Helix

- 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.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



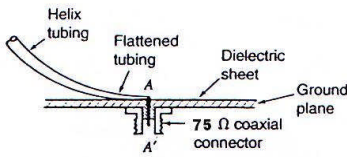
Gambar 2.9 Hubungan antara S,C, L dan α

Helix dapat diumpangkan secara aksial, dengan sisi luar ditempatkan *ground plane*. Konduktor dalam dari kabel *coaxial* terhubung ke helix dan konduktor luar menuju *ground plane*. *Ground plane* dapat berbentuk lingkaran maupun kotak dengan diameter atau dimensi sisi setidaknya $\frac{3}{4} \lambda$.

Nilai Impedansi terminal antenna 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 $\frac{1}{4}$ 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

Parameter HPBW dan FNBW pada antenna helix merupakan fungsi jumlah, jarak putaran, dan frekuensi helix. Sehingga ada pendekatan yang digunakan, yaitu sebagai berikut

$$HPBW \approx \frac{52}{C_\lambda \sqrt{n.S_\lambda}} \text{ (deg)} \quad (2.16)$$

$$FNBW \approx \frac{115}{C_\lambda \sqrt{n.S_\lambda}} \text{ (deg)} \quad (2.17)$$

Untuk helix, ada beberapa pendekatan yang digunakan untuk mendefinisikan nilai dari keterarahan. Namun yang paling dianggap realistis, dengan memperhatikan efek dari *minor lobe* dan detail bentuk pola adalah

$$D \approx 12C_\lambda^2 n S_\lambda \quad (2.18)$$

dengan $0,8 < C_\lambda < 1,15$ dan $12^\circ < \alpha < 14^\circ$ serta $n > 3$

Dengan memasukkan Persamaan 2.18 ke dalam Persamaan 2.6, dapat diperoleh besar penguatan antenna yaitu

$$G = k.12C_\lambda^2 n S_\lambda \quad (2.19)$$

karena $C_\lambda = \frac{C}{\lambda}$; $C = \pi D$ dan $S_\lambda = \frac{S}{\lambda}$ maka

$$G = 12nk \left(\frac{C}{\lambda} \right)^2 \left(\frac{S}{\lambda} \right) = \frac{12nkC^2 S}{\lambda^3} = \frac{12nkS\pi^2 D^2}{\lambda^3} \quad (2.20)$$

III. RANCANG BANGUN ANTENA HELIX

3.1 Perancangan Antena Helix

Dalam merancang suatu antenna helix terlebih dahulu ditentukan parameternya. Adapun parameter yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut

1. Frekuensi kerja dan lebar pita yang diinginkan
2. Diameter dari helix
3. Jarak antar putaran pada helix

4. Penguatan
5. Jumlah putaran helix

3.1.1 Perancangan Elemen Primer

Dalam menentukan nilai-nilai parameter perancangan antenna helix, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi. Adapun persyaratan tersebut adalah $0,8 < C_\lambda < 1,15$; $12^\circ < \alpha < 14^\circ$; dan $n > 3$. Dengan C_λ adalah keliling helix, sedangkan α adalah sudut angkat, dan n adalah jumlah putaran helix. Nilai-nilai persyaratan tersebut merupakan nilai optimal.^[5]

Tahap-tahap perancangan elemen primer dari antenna helix adalah sebagai berikut

a. Menentukan frekuensi kerja dan panjang gelombang

Lebar pita frekuensi yang diinginkan merupakan band UHF TV, sebagai band operasi dengan bandwidth 300MHz – 800MHz, dan frekuensi tengahnya adalah

$$f_o = \frac{f_L + f_H}{2} = \frac{300 + 800}{2} = 550 \text{ MHz}$$

Sehingga panjang gelombangnya berdasarkan Persamaan 2.1 adalah

$$\lambda = \frac{C}{f_o} = \frac{3.10^8}{550.10^6} = 0,5455 \text{ m} = 54,55 \text{ cm}$$

b. Menentukan diameter helix

Sebelum menentukan diameter helix, terlebih dahulu menentukan C_λ yang menjadi persyaratannya. Dalam perancangan ini ditentukan nilai $C_\lambda = 1$, karena nilai tersebut telah masuk pada persyaratan dan agar antenna dapat bekerja pada frekuensi yang ditentukan.^[5] Karena $C_\lambda = \frac{C}{\lambda} = 1$ maka nilai

$C = \lambda = 54,55 \text{ cm}$. Untuk nilai diameter helix adalah

$$C = \pi D \Leftrightarrow D = \frac{C}{\pi} = \frac{54,55}{3,14} = 17,37 \text{ cm}$$

c. Menentukan jarak antar putaran helix

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

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

$$\tan 14^\circ = \frac{S}{54,55} \Rightarrow S = 0,25 \times 54,55 = 13,64 \text{ cm}$$

Sedangkan untuk nilai S_λ adalah

$$S_\lambda = \frac{S}{\lambda} = \frac{13,64}{54,55} = 0,25$$

d. Menentukan panjang satu putaran

Berdasarkan Gambar 2.9 juga, nilai panjang satu putaran dapat ditentukan yaitu

$$\cos \alpha = \frac{C}{L} \Leftrightarrow L = \frac{C}{\cos \alpha} = \frac{54,55}{\cos 14^\circ} = \frac{54,55}{0,97} = 56,24 \text{ cm}$$

e. Menentukan jumlah putaran dan penguatan

Untuk memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan, yaitu jumlah putaran helix harus lebih dari tiga putaran ($n > 3$).^[5] Maka jumlah putaran helix yang

ditentukan dalam rancang bangun ini adalah tiga setengah putaran. Sehingga nilai penguatan yang diperoleh berdasar pada Persamaan 2.20 adalah

$$G = k \cdot 12C_{\lambda}^2 n S_{\lambda} = 1.12 \cdot 1^2 \cdot 3.5 \cdot 0.25 = 10.5 = 10.21 \text{ dB}$$

f. Menentukan panjang sumbu helix dan panjang kawat

Panjang sumbu helix adalah

$$n \times S = 3,5 \times 13,64 = 47,74 \text{ cm}$$

Total panjang kawat yang digunakan adalah

$$n \times L = 3,5 \times 56,24 = 196,84 \text{ cm}$$

g. Menentukan dimensi groundplane

Ground plane dapat dibuat dari plat aluminium, karena bagus untuk pentanahan.^[6] Bentuk ground plane dapat dibuat dengan bentuk persegi (bujur sangkat) maupun lingkaran. Untuk bentuk persegi, panjang sisi-sisinya adalah^[5]

$$S = \frac{3}{4} \lambda = \frac{3}{4} 54,55 = 40,91 \text{ cm}$$

Sedangkan untuk bentuk lingkaran, maka panjang diameternya adalah

$$D = \frac{3}{4} \lambda = \frac{3}{4} 54,55 = 40,91 \text{ cm}$$

h. Nilai impedansi antena helix

Berdasarkan Persamaan 2.15 maka nilai impedansi antena helix adalah

$$R = \frac{150}{\sqrt{C_{\lambda}}} = \frac{150}{\sqrt{1}} = 150 \ \Omega$$

i. Nilai HPBW dan FNBW

Berdasarkan Persamaan 2.17 dan Persamaan 2.18 maka nilai HPBW dan FNBW adalah

$$HPBW \approx \frac{52}{C_{\lambda} \sqrt{n \cdot S_{\lambda}}} = \frac{52}{1 \sqrt{3,5 \times 0,25}} = \frac{52}{0,94} = 55,32^{\circ}$$

$$FNBW \approx \frac{115}{C_{\lambda} \sqrt{n \cdot S_{\lambda}}} = \frac{115}{1 \sqrt{3,5 \times 0,25}} = \frac{115}{0,94} = 122,34^{\circ}$$

j. Nilai VSWR

Pada umumnya saluran transmisi yang digunakan pada televisi yaitu kabel coaxial dengan impedansi karakteristik 75 ohm, sedangkan impedansi antena helix sebesar 150 ohm, maka nilai VSWR berdasar Persamaan 2.14d sebagai berikut

$$VSWR = \frac{Z_L}{Z_0} = \frac{150}{75} = 2$$

3.1.2 Pemilihan Bahan^[6]

Sebagai konduktornya dipilih kawat tembaga yang memiliki konduktivitas cukup tinggi yaitu sebesar $5,80 \times 10^7$ mho/m. Kawat tembaga juga banyak tersedia di pasaran dan harganya relatif murah. Diameter kawat yang digunakan adalah sekitar 3,5 mm, karena diameter sebesar itu tidak terlalu kaku juga tidak terlalu lentur untuk dibuat lilitan helix. Mengenai nilai konduktivitas berbagai macam bahan dapat diamati pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Sifat-sifat beberapa konduktor

Bahan	Konduktivitas (mho/m)	Permeabilitas (henri/m)
Perak	6.17×10^7	$4\pi \times 10^{-7}$
Tembaga	5.80×10^7	$4\pi \times 10^{-7}$
Aluminium	3.72×10^7	$4\pi \times 10^{-7}$
Kuningan	1.57×10^7	$4\pi \times 10^{-7}$

3.1.3 Perancangan Penyepadanan Impedansi^[5]

Penyepadanan impedansi dibuat dengan cara, yaitu kawat dari $\frac{1}{4}$ putaran terakhir helix untuk dipipihkan atau diruncingkan secara berangsur-angsur sampai dengan sepenuhnya pada terminal, seperti pada Gambar 2.10.

3.2 Pembuatan Antena Helix

Setelah menentukan parameter, langkah selanjutnya adalah pembuatan atau pembangunan antena helix. Ada beberapa bahan yang digunakan dalam pembuatan antena helix, yaitu

1. Kawat tembaga dengan diameter 3,5 mm
2. Lempong aluminium dengan tebal 1 mm sebagai groundplane
3. Konektor
4. Kayu atau bambu, paku, timah solder, dan sebagainya.

Sedangkan peralatan yang digunakan dalam pembuatan antena helix adalah sebagai berikut

1. Gergaji kayu dan gergaji besi
2. Gunting, palu dan obeng
3. Solder, kikir dan lain-lain

Untuk langkah-langkah pembuatan atau pembangunan dari antena helix adalah sebagai berikut

1. Membuat kerangka helix dari kayu atau bambu sesuai dengan ukuran yang telah diperhitungkan. Agar kerangka lebih tahan dari panas matahari dan hujan, maka dilakukan pengecatan.
2. Untuk membuat lilitan helix bisa secara langsung, yaitu kawat tembaga langsung dililitkan pada kerangka diatas, namun hasilnya kurang bagus. Oleh karena itu, pada langkah ini digunakan galon cat tembok dengan diameter 17,4 cm sebagai inti helix sementara. Setelah kawat tembaga dililitkan pada galon tersebut, kawat akan berbentuk spiral yang rapi. Kemudian galon diambil atau dilepas dari inti lilitan, dan lilitan kawat dipasang pada kerangka kayu tersebut.
3. Selanjutnya mengatur sudut angkat dan jarak antar lilitan sesuai dengan perhitungan. Agar kawat lilitan tidak bergerak, maka dipasang klem atau paku untuk menjepit kawat lilitan helix tersebut.
4. Penyepadanan impedansi dibuat dengan cara yaitu kawat dari $\frac{1}{4}$ putaran terakhir helix untuk dipipihkan atau diruncingkan dengan kikir secara berangsur-angsur sampai dengan sepenuhnya pada terminal.
5. Groundplane dibuat dari lempeng aluminium berbentuk lingkaran dengan diameter 41 cm. Selanjutnya dikaitkan pada kerangka.
6. Konektor dipasang menempel pada groundplane dengan konduktor luar disolder terhubung pada groundplane dan konduktor dalam disolder terhubung dengan kawat tembaga sebagai helixnya.

Adapun konstruksi antena helix secara keseluruhan adalah seperti pada gambar berikut

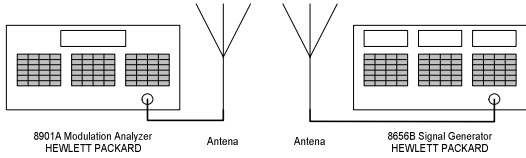


Gambar 3.3 Konstruksi tampak dari sisi samping

IV. 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 V, dan konektor secukupnya. Adapun konfigurasi pengujian adalah seperti pada Gambar 4.1



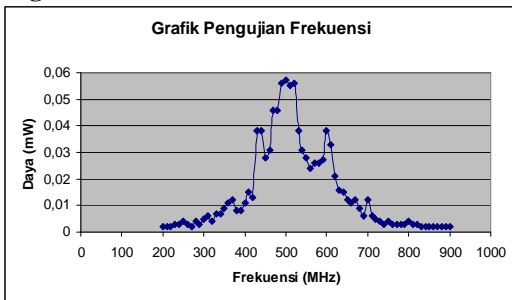
Gambar 4.1 Konfigurasi Pengujian Frekuensi

Apabila antenna helix akan diuji sebagai antenna penerima, maka antenna helix dihubungkan pada alat ukur Modulation Analyzer HP 8901A. Sedangkan sebagai pemancarnya menggunakan antenna V yang dihubungkan pada Signal Generator HP 8656B. Sebaliknya, bila antenna helix akan diuji sebagai antenna pemancar maka dihubungkan pada Signal Generator HP 8656B, dan penerimanya menggunakan antenna V 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 200 MHz sampai dengan 900 MHz dengan daya sinyal 13dBm (daya maksimal yang dapat dibangkitkan). Dengan kelipatan 10 MHz, dicatat daya sinyal yang dapat diterima oleh Modulation Analyzer dan selanjutnya dapat dibuat grafiknya.

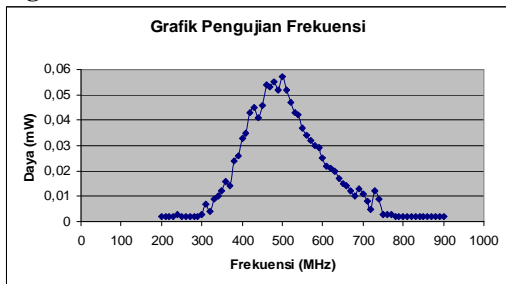
Setelah dilakukan pengujian untuk konfigurasi sebagai pemancar dan penerima dari masing-masing jenis antenna didapat hasil sebagai berikut :

1. Antena Helix

a. Sebagai Pemancar

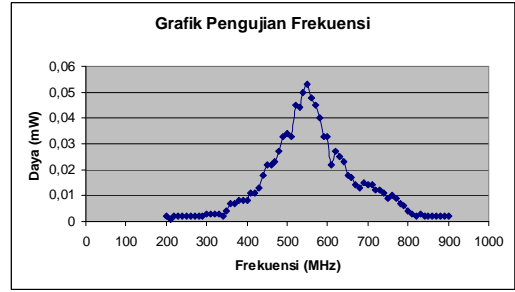


b. Sebagai Penerima

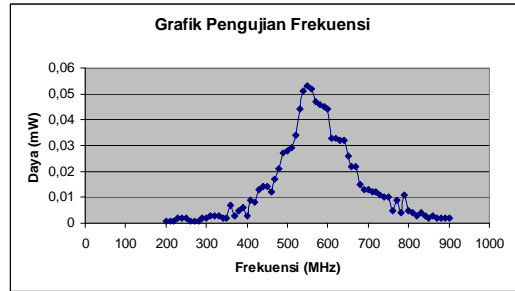


2. Antena PF-KB1200S

a. Sebagai Pemancar

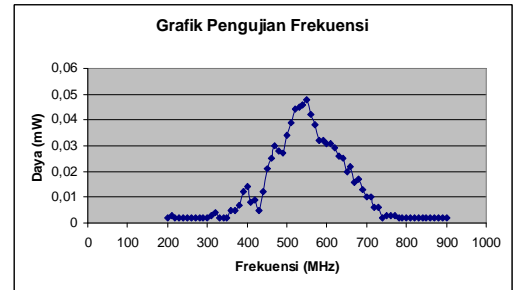


b. Sebagai Penerima

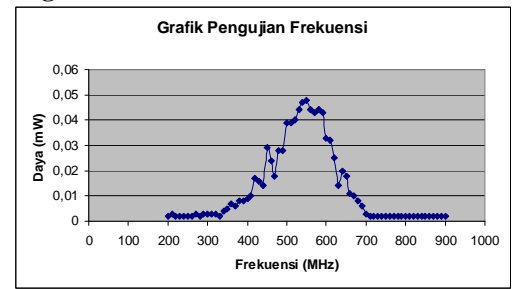


3. Antena PF-80

a. Sebagai Pemancar

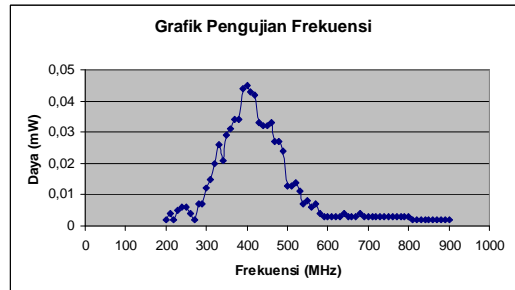


b. Sebagai Penerima

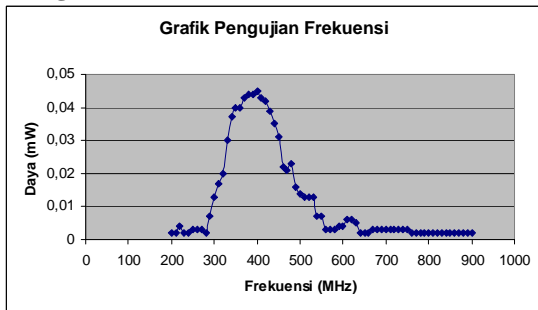


4. Antena Doraemon

a. Sebagai Pemancar



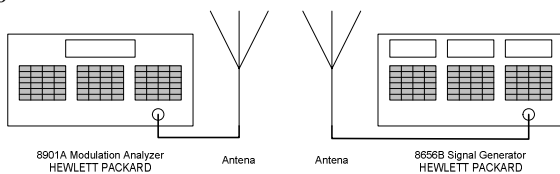
b. Sebagai Penerima



Dari hasil-hasil pengujian di atas bahwa antenna Helix dan antenna PF-KB1200S dapat menerima dan memancarkan sinyal pada rentang frekuensi 300 MHz sampai 800 MHz, sedangkan antenna PF-80 dan antenna Doraemon pada rentang 300 MHz sampai 700 MHz. Untuk frekuensi resonansi yang paling baik dimiliki oleh antenna PF-KB1200S dan PF-80, yaitu tepat pada 550 MHz. Sedangkan antenna Doraemon beresonansi pada frekuensi 400 MHz. Untuk antenna Helix (hasil rancang bangun) beresonansi pada frekuensi 500 Mhz, sehingga kurang sesuai dengan yang diharapkan. Walaupun tidak sesuai dengan yang diharapkan, hal tersebut tidak akan menjadi masalah yang signifikan. Karena frekuensi resonansinya hanya bergeser 50 MHz dari yang diharapkan (550 MHz) dan masih dalam rentang band UHF TV. Adapun penyebab bergesernya frekuensi resonansi antenna Helix ini adalah tidak seragamnya diameter lilitan helix dan jarak antar lilitannya. Dengan kata lain kurang akurat saat pembangunannya. Sehingga pada pengujian frekuensi ini, antenna yang paling baik yaitu antenna jenis PF dengan frekuensi resonansi 550 MHz dan bandwidth sebesar 500 MHz (300 MHz – 800 MHz).

4.1 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 V, dan konektor secukupnya. Adapun konfigurasi pengujian adalah seperti pada Gambar 4.10

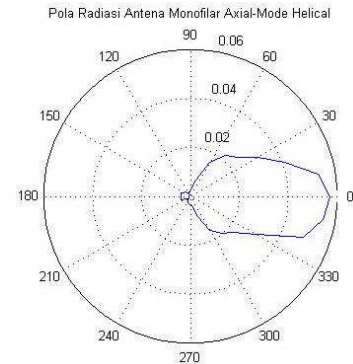


Gambar 4.10 Konfigurasi Pengujian Pola Radiasi

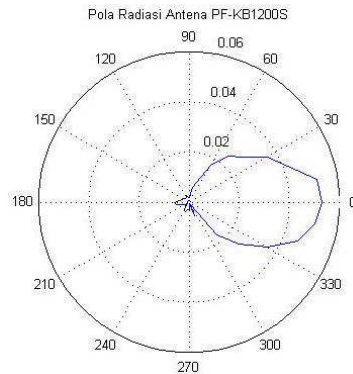
Sama halnya pada pengujian frekuensi, antenna yang akan diuji dapat dijadikan sebagai pemancar maupun penerima. Namun pada pengujian ini frekuensi pada Signal Generator diatur hanya pada frekuensi resonansi dari antenna uji, yang mempunyai nilai daya sinyal tinggi. Untuk mendapatkan hasil pola radiasi, 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.

Adapun hasil dari pengujian pola radiasi ini adalah sebagai berikut :

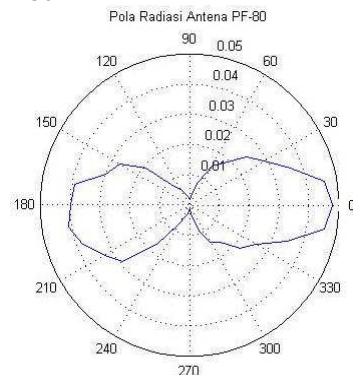
1. Antena Helix



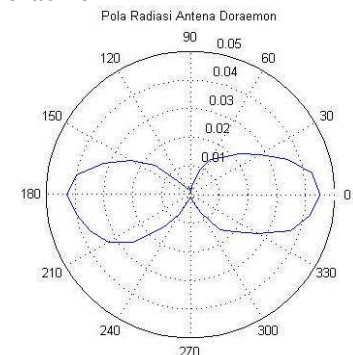
2. Antena PF-KB1200S



3. Antena PF-80



4. Antena Doraemon

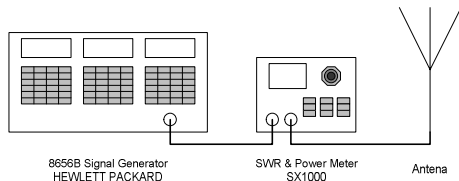


Pada pengujian ini, hasil pola radiasi yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diharapkan. Khususnya untuk antenna Helix, pola radiasi yang diperoleh dari pengujian sudah sesuai dengan literatur yang digunakan. Meskipun dalam penggambarannya masih terlihat kasar. Karena dalam pengujian dilakukan secara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

4.2 Pengujian dan Analisa VSWR

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai VSWR dari masing-masing antenna 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

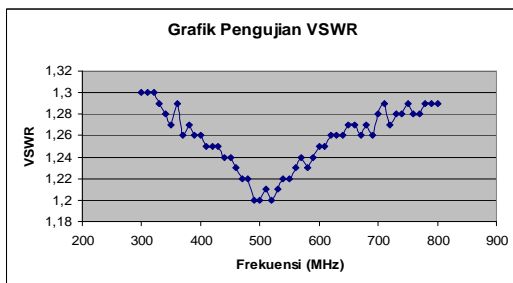


Gambar 4.15 Konfigurasi Pengujian VSWR

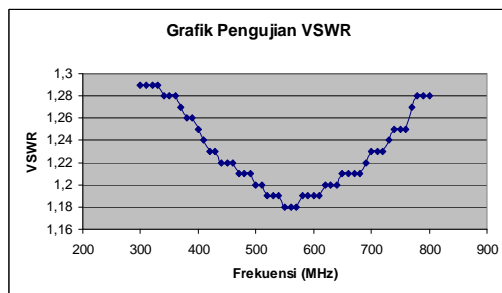
Pada pengujian ini, frekuensi dan daya sinyal yang akan dibangkitkan oleh Signal Generator terlebih dahulu diatur. Untuk frekuensinya diatur mulai dari 300 MHz sampai dengan 800 MHz dan daya sinyalnya sebesar 13 dBm. Dengan kelipatan frekuensi 10 MHz dari pembangkit, dapat dicatat nilai VSWR yang ditunjukkan oleh SWR Meter dan selanjutnya dapat dibuat grafiknya.

Adapun hasil dari pengujian VSWR ini adalah sebagai berikut :

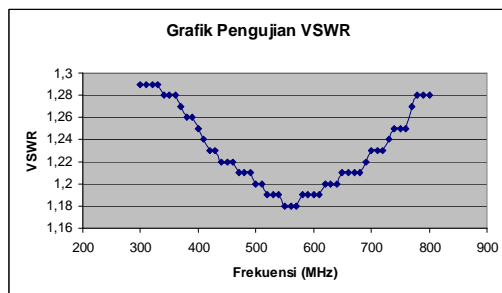
1. Antena Helix



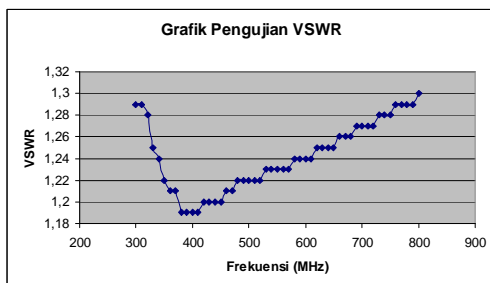
2. Antena PF-KB1200S



3. Antena PF-80



4. Antena Doraemon

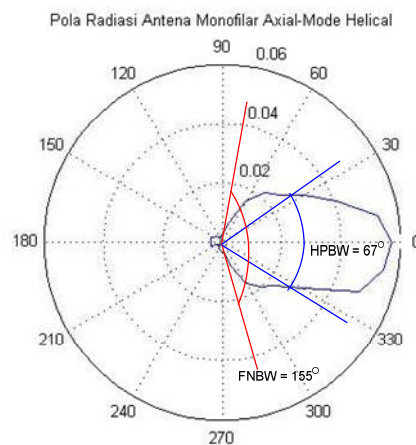


Hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa masing-masing antenna uji memiliki penyepadanan impedansi yang baik. Karena bila suatu antenna memiliki nilai VSWR lebih kecil dari 1,25 pada frekuensi resonansi, maka antenna tersebut bisa dikatakan sudah memiliki penyepadanan impedansi yang baik.^[6] Pada pengujian ini, antenna jenis PF memiliki penyepadanan impedansi yang paling baik dengan VSWR yaitu 1,18. Kemudian pada antenna Doraemon diperoleh VSWR yaitu 1,19. Untuk antenna Helix sendiri mempunyai nilai VSWR sebesar 1,2. Sehingga antenna Helix bisa dikatakan paling buruk pada pengujian ini. Hal ini disebabkan pada waktu pembuatan penyepadanan impedansi kurang presisi, hanya sekitar 5 cm yang dibuat meruncing dari ujung yang terhubung ke terminal. Sedangkan seharusnya ¼ putaran terakhir, yaitu 13,64 cm dari ujung yang terhubung ke terminal dibuat meruncing.

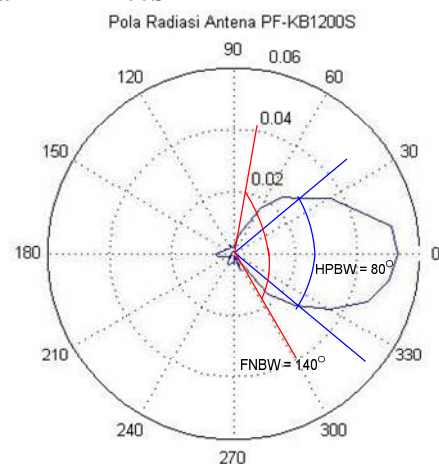
4.3 Pengujian dan Analisa HPBW dan FNBW

Setelah pola radiasi dari masing-masing antenna diperoleh, selanjutnya HPBW dan FNBW dapat dicari. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui lebar berkas radiasi yang dihasilkan dari masing-masing antenna uji. Dalam tahap pengujiannya dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan penggaris busur derajat. Adapun hasil pengujian atau nilai HPBW dan FNBW dari antenna uji adalah sebagai berikut :

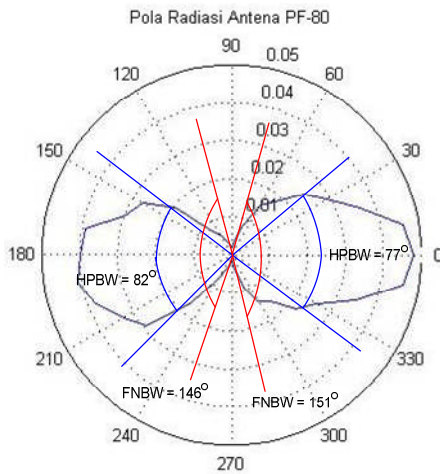
1. Antena Helix



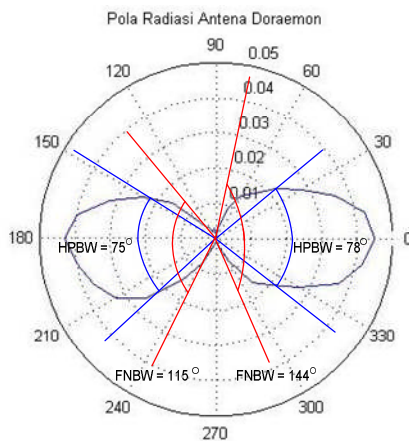
2. Antena PF-KB1200S



3. Antena PF-80



4. Antena Doraemon



Secara keseluruhan hasil yang diperoleh setiap antena uji pada pengujian ini bisa dikatakan baik. Namun untuk antena Helix, hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan perancangan. Pada perancangan nilai HPBW yaitu $55,32^\circ$ dan nilai FNBW yaitu $122,34^\circ$. Sedangkan hasil pengujian diperoleh HPBW sebesar 67° dan FNBW sebesar 155° .

4.4 Pengujian dan Analisa dengan Televisi

Pada tahap pengujian ini, antena uji secara langsung diujikan pada pesawat televisi. Bertujuan untuk mengetahui kualitas masing-masing antena uji bila diujikan pada televisi. Pengujian dilakukan dalam wilayah kota Semarang dan di luar kota Semarang. Adapun hasil pengujian di dalam wilayah kota Semarang adalah sebagai berikut :

Tabel 4.17 Hasil Pengujian dalam Wilayah Kota Semarang

Jenis Antena	Tingkat Kualitas Penerimaan Sinyal Seluruh Stasiun TV				
	Sangat Buruk	Buruk	Cukup	Baik	Sangat Baik
Helix	-	-	-	√	-
PF-KB1200S	-	-	-	√	-
PF-80	-	-	√	-	-
Doraemon	-	-	√	-	-

Sedangkan hasil pengujian di luar wilayah kota Semarang, yaitu di Kendal, Mranggen dan Sayung Demak adalah sebagai berikut

Tabel 4.18 Hasil Pengujian di Luar Wilayah Kota Semarang

Jenis Antena	Tingkat Kualitas Penerimaan Sinyal Seluruh Stasiun TV				
	Sangat Buruk	Buruk	Cukup	Baik	Sangat Baik
Helix	-	-	-	√	-
PF-KB1200S	-	-	-	√	-
PF-80	-	√	-	-	-
Doraemon	-	√	-	-	-

Pengujian ini merupakan penelitian yang bersifat survey, sehingga hasil yang diperoleh adalah hasil rata-rata dari pelaksanaan survey. Bila dilihat dari hasil diatas, antena Helix dan PF-KB1200S mempunyai kualitas penerimaan sinyal seluruh stasiun televisi yang baik untuk dalam dan luar wilayah kota Semarang. Sedangkan antena PF-80 dan Doraemon dapat menerima sinyal dengan baik bila dalam wilayah kota Semarang. Untuk luar kota Semarang, antena tersebut buruk dalam penerimaan sinyal. Hal demikian diperoleh karena dapat dipengaruhi oleh struktur dari setiap antena uji, yaitu jumlah elemen penyusun antena sebagai penerima sinyal. Semakin banyak jumlah elemen penyusunnya, maka tentu antena tersebut dapat menangkap sinyal lebih baik.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Antena helix beresonansi pada frekuensi 500 MHz, sedangkan antena jenis PF beresonansi tepat pada frekuensi 550 MHz.
2. Pola radiasi antena helix berbentuk lonjong dengan HPBW sebesar 67° dan FNBW sebesar 155° .
3. Nilai VSWR untuk semua antena uji sudah baik, karena lebih kecil dari 1,25. Antena jenis PF memiliki nilai VSWR yang paling baik yaitu 1,18. Sedangkan antena helix memiliki nilai VSWR sebesar 1,2.
4. Jumlah elemen dalam struktur antena dapat mempengaruhi kualitas penerimaan sinyal. Sehingga jumlah elemen yang banyak dapat meningkatkan kualitas antena tersebut.
5. Dari seluruh hasil pengujian, antena PF-KB1200S mempunyai kualitas yang paling baik dibandingkan dengan antena uji lainnya.

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 5° .
3. Dapat dikembangkan untuk rancang bangun antena jenis lainnya, selain antena Helix dan antena yang sudah beredar di pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Balanis, Constantine, *Antenna Theory*, John Wiley and Sons Inc., Kanada, 1997.
- 2 Blake, Lamont V., *Antennas*, John Wiley and Sons Inc., USA, 1966.
- 3 Carr, Joseph J., *Practical Antenna Handbook*, 1st ed, Mc. Graw Hill, USA, 1989.
- 4 Collin, R.E., *Antennas and Radiowave Propagation*, Mc. Graw Hill, Singapura, 1985.
- 5 Kraus, J.D. and Marhefka, R.J., *Antennas : for All Applications*, 3rd ed., Mc. Graw Hill, New York, 2002.
- 6 Soetamso, *Pengembangan Teknik Antena Menuju Kompetensi Rekayasa*, Diktat Kuliah, STT Telkom, Bandung, 2003.

Biodata Penulis



**Agung Suko Raharjo
(L2F 305 178)**

Lahir di Kendal, 31 Maret 1983.
Penulis adalah mahasiswa S1 Teknik Elektro Ekstensi, konsentrasi Elektronika Telekomunikasi Universitas Diponegoro, saat ini sedang menyelesaikan Tugas Akhir.

Menyetujui dan Mengesahkan
Pembimbing I

Agung Budi P., S.T., M.I.T.

NIP. 132 137 932
Tanggal:.....

Pembimbing II

Yuli Christiyono, S.T., M.T.

NIP. 132 163 660
Tanggal:.....