

Rancang Bangun Antena Folde Dipole Pada Frekuensi Kerja 7,070 MHz Dan 11,2420 MHz Untuk Mendukung Praktikum Komunikasi Radio Di Laboratorium Telekomunikasi

Budi Basuki Subagio¹, Ika Aditya Febriani Putri², Ridwan Bagus Santoso³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Sudharto, SH, Tembalang, Semarang, 50275

Email: ¹budi.basuki.2010@gmail.com, ²ika.aditya.febriani.putri@gmail.com, ³ridwanribas@gmail.com

Abstrak

Komunikasi Radio adalah suatu bentuk sistem komunikasi dengan sistem propagasinya menggunakan media udara. Salah satu bagian penting dari komunikasi radio adalah antena, antena (antena atau areal) adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Pembuatan antena folded dipole sebanyak dua buah, yang bekerja pada frekuensi 7,070 MHz dan 11,2420 MHz. Pembuatan antena ini ditujukan untuk merealisasikan antena folded dipole pada frekuensi kerja 7,070 MHz dan 11,2420 MHz untuk mendukung praktikum komunikasi radio di laboratorium telekomunikasi. Antena folded dipole pada frekuensi 7,070 MHz mempunyai SWR sebesar 1,3 sedangkan antena folded dipole pada frekuensi 11,2420 MHz mempunyai SWR sebesar 1,1

Kata Kunci : antena; folded dipole; radio, komunikasi

Abstract

Radio communication is a form of communication system with the propagation system using the air medium. One important part of the communication is the radio antenna, an antenna is a device that serves to move the energy of electromagnetic waves from the cable media to air or vice versa from the air to the cable media. Folded dipole antenna is made two pieces, which works at a frequency of 7.070 MHz and 11.2420 MHz. This antenna is made to realize the folded dipole antenna at the working frequency of 7.070 MHz and 11.2420 MHz to support radio communications lab in the telecommunications laboratory. Folded dipole antenna at a frequency of 7.070 MHz has a SWR of 1.3 while the folded dipole antenna at a frequency of 11.2420 MHz has a SWR of 1.1. Keywords: controlling, robot, mikrokontroler, wireless

Keywords : antenna;folde;dipole;radio;communication

1. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade ini, sistem telekomunikasi semakin banyak ragamnya. Salah satunya adalah Komunikasi Radio. Komunikasi Radio adalah suatu bentuk system komunikasi dengan system propagasinya menggunakan media udara. Salah satu bagian penting dari komunikasi radio adalah antena, antena (*antenna* atau *areal*) adalah perangkat yang berfungsi untuk memindahkan energi gelombang elektromagnetik dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai (*match*) dengan media kabel pencatunya.

Kuat tidaknya pancaran suara yang disampaikan ke pesawat lawan bicara, atau baik buruknya penerimaan suara dari lawan bicara tergantung dari beberapa faktor, beberapa faktor yang harus diperhatikan adalah bentuk dan arah radiasi yang diinginkan, polarisasi yang dimiliki, frekuensi

kerja, lebar band (*bandwidth*), dan impedansi input yang dimiliki dari antena yang digunakan.

2. Dasar Teori

2.1. Antena

Salah satu perangkat yang digunakan untuk proses transmisi dan penerimaan sinyal RF adalah antena. Oleh karena itu antena dapat didefinisikan menurut penggunaannya. Apabila antena digunakan sebagai antena pemancar maka antena adalah konduktor yang mengubah arus listrik frekuensi radio (RF) menjadi gelombang elektromagnetik untuk kemudian dipancarkan, sedangkan apabila antena digunakan sebagai antena penerima maka antena adalah konduktor yang mengubah gelombang elektromagnetik menjadi arus listrik frekuensi radio. Baik antena pemancar maupun penerima pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang sama, meskipun berbeda fungsi. Dua fungsi utama antena sebagai penyesuai impedansi antara saluran transmisi dengan udara dan

mengarahkan radiasi gelombang elektromagnetik ke arah yang diinginkan. Sebuah antenna, baik pemancar maupun penerima mempunyai sifat listrik yang sama.

2.1.1. Panjang Antena

Dalam ruang bebas, kecepatan rambat gelombang elektromagnetik 300.000 km/detik. Antena memiliki konstanta dielektrik lebih besar daripada ruang bebas. Oleh karena itu kecepatan rambat gelombang elektromagnetik dalam antena mempunyai nilai kurang dari 300.000 km/detik sehingga membuat panjang elektrik antena menjadi kurang daripada panjang fisik antena.

Bentuk dasar antena adalah antena $\frac{1}{2} \lambda$ adalah sepotong kawat yang panjang antena diperoleh dengan Persamaan (2.1). Menurut Kraus yaitu:

$$\frac{1}{2} \lambda_{eff} = \frac{1}{2} \left(\frac{c}{f} \right) = \frac{c}{2f} = \frac{150}{f} \quad (2.1)$$

Keterangan :

- c = cepat rambat gelombang elektromagnetik ($3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)
- f = frekuensi (MHz)
- λ_{eff} = panjang gelombang elektromagnetik di ruang bebas (m)

2.1.2. Impedansi Masukan Antena

Impedansi antena dalam suatu titik di elemen antena adalah perbandingan antara tegangan terhadap arus di titik itu. Nilai impedansi ini tergantung dari sifat resistif, kapasitif, induktif, dan frekuensi yang digunakan. Satuan yang digunakan adalah *ohm*, yang disimbolkan dengan Z.

Impedansi masukan antena terdiri dari komponen reaktansi dan resistansi, sehingga dapat dituliskan Persamaan (2.4) sebagai berikut [1]:

$$Z_{in} = R_A + jX_A \quad (2.2)$$

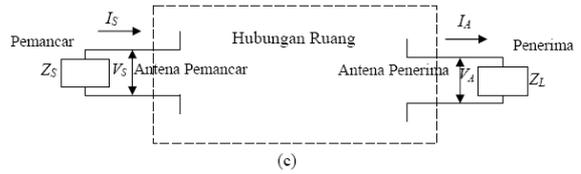
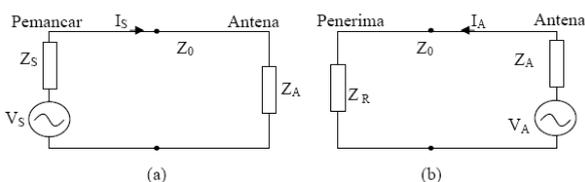
Untuk memaksimalkan pemindahan daya dari atau ke antena diperlukan rangkaian penyesuaian impedansi (*matching impedance*) untuk menghilangkan komponen reaktansi. Komponen reaktansi perlu dihilangkan karena memberikan daya semu dalam bentuk rugi-rugi hamburan. Apabila rangkaian penyesuaian impedansi mampu menghilangkan komponen reaktansi, maka impedansi antena merupakan beban murni bagi saluran transmisi. Daya total yang disuplai ke antena adalah

$$P_t = I^2 \cdot R_A \quad (2.3)$$

Keterangan :

- P_t = daya input antena (W)
- I = arus RMS dalam terminal antena (A)
- R_A = resistansi terminal masukan (Ω)

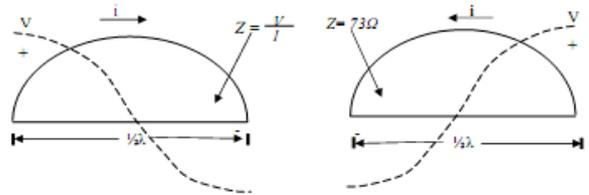
Gambar rangkaian ekuivalen antena dapat dilihat dalam Gambar 1 berikut :



Gambar 1 Rangkaian ekuivalen antena

Rangkaian ekuivalen beban saluran transmisi antena

- (a) antena pemancar
- (b) antena penerima
- (c) fenomena pemancar-penerima

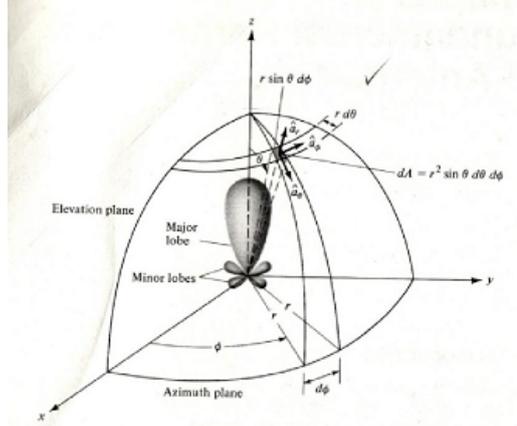


Gambar 2 Impedansi Saluran

Distribusi tegangan frekuensi tinggi (v), arus frekuensi tinggi (i), dan impedansi Z dalam antena yang panjangnya $\frac{1}{2} \lambda$, gambar 2..

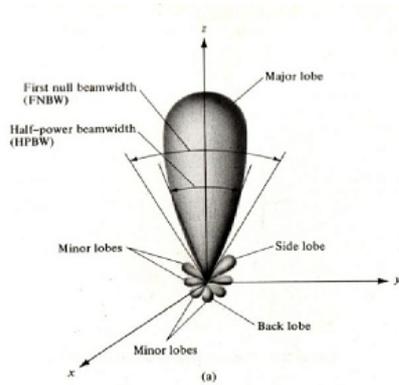
2.1.3 Pola Radiasi

Pola radiasi antena menjelaskan kekuatan relative bidang teradiasi dalam arah yang bervariasi dari antena, pada jarak yang konstan. Pola radiasi tersebut bisa digambarkan dalam bentuk tiga dimensi maupun dua dimensi (dalam bentuk plot linear) dan dinyatakan sebagai fungsi kordinat arah (θ, ϕ). Gambar 3 menunjukkan sistem kordinat untuk analisis antena.



Gambar 3 Sistem koordinat arah untuk analisa antena

Pola radiasi antena diklarifikasi menjadi tiga, yaitu pola isotropis, *directional* (berarah) dan *omnidirectional* (serba arah). Kata isotropis berarti “ sama baiknya ke semua arah “, sehingga sebuah radiator isotropis adalah radiator yang memancar sama baiknya ke semua arah. Kemudian pola radiasi juga terdapat daerah – daerah radiasi yang disebut lobe. Lobe tersebut mempunyai 4 buah lobe pada pola radiasi yaitu lobe besar (*major lobe*), lobe kecil (*minor lobe*), lobe sisi (*side lobe*), dan lobe belakang (*back lobe*). Pada Gambar 4 dapat dilihat lobe - lobe pola radiasi pada antena.



Gambar 4 Lobe – lobe pola radiasi dan beamwidth

Dari Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa pola radiasi terdapat beberapa daerah lain yaitu *Half Power Beamwidth* (HPBW) dan *First Null Beamwidth* (FNBW).

Pola radiasi antenna dapat dihitung dengan perbandingan antara daya pada sudut nol derajat (radiasi daya maksimum) dengan daya sudut tertentu dan dapat dituliskan oleh Persamaan (2.4).

$$P = 10 \log \frac{P_{\theta}}{P_0} \text{ (dB)} \quad (2.4)$$

atau,

$$P \text{ (dBm)} = P_0 \text{ (dBm)} - P_T \text{ (dBm)} \quad (2.5)$$

Keterangan :

P = intensitas radiasi antenna pada sudut tertentu (dB)

P_0 = daya yang diterima antenna pada sudut 0° (W)

P_T = daya yang diterima antenna pada sudut tertentu (W)

2.1.4 Polarisasi

Polarisasi antenna didefinisikan sebagai arah vektor medan listrik yang diradiasikan oleh antenna pada arah propagasi. Jika jalur dari vektor medan listrik maju dan kembali pada suatu garis lurus dikatakan berpolarisasi *linier*. Jika vektor medan listrik konstan dalam panjang tetapi berputar disekitar jalur lingkaran, dikatakan berpolarisasi lingkaran. Frekuensi putaran radian adalah ω dan terjadi satu dari dua arah perputaran. Jika vektornya berputar berlawanan arah jarum jam dinamakan polarisasi tangan kanan (*right hand polarize*) dan yang searah jarum jam dinamakan polarisasi tangan kiri (*left hand polarize*).

2.1.5 Penguatan Antena (Gain)

Ketika antenna digunakan pada suatu sistem, biasanya lebih tertarik pada bagaimana efisien suatu antenna untuk memindahkan daya yang terdapat pada terminal input menjadi daya radiasi. Untuk menyatakan ini, *power gain* (atau *gain* saja) didefinisikan sebagai 4π kali rasio dari intensitas pada suatu arah dengan daya yang diterima antenna, dinyatakan dalam Persamaan (2.6) yaitu:

$$G(\theta, \phi) = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_m} \quad (2.6)$$

Keterangan :

$G(\theta, \phi)$ = gain (tanpa dimensi)

$U(\theta, \phi)$ = intensitas radiasi arah (θ, ϕ) (W/sudut ruang)

P_m = daya input total yang diterima antenna (W)

Gain antenna juga dapat diukur menggunakan antenna lain, di mana antenna standar telah memiliki *gain* maksimum yang telah diketahui (G_s). Kemudian dari antenna standar, juga diperoleh daya output maksimum (P_2). Dari antenna yang akan diukur (P_1) dari antenna pemancar yang sama. Untuk menghitung *gain* juga dapat menggunakan perbandingan, dapat digunakan Persamaan (2.7) sebagai berikut:

$$G = \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2 \quad (2.7)$$

Keterangan :

G = *Gain* antenna uji

P_1 = Daya yang diterima antenna uji (W)

P_2 = Daya yang diterima antenna standar (W)

V_1 = Tegangan yang diterima antenna uji (V)

V_2 = Tegangan yang diterima antenna standar (V)

2.1.6 Keterarahan (Directivity)

Directivity adalah kemampuan antenna untuk memfokuskan energi ke arah tertentu pada saat memancarkan atau menerima sinyal. dibandingkan dengan arah lain, Dengan kemampuan itu, energi yang dipancarkan atau diterima dari arah tertentu akan lebih besar daripada arah lain. Keterarahan dapat dihitung dengan Persamaan (2.8) berikut

$$D = \frac{4\pi \cdot 10^{\frac{D}{10}}}{\Omega} \quad (2.8)$$

Keterangan :

D = keterarahan (dB)

Ω = lebar berkas pola radiasi horizontal ($^\circ$)

θ = lebar berkas pola radiasi vertical ($^\circ$)

2.1.7 Front Back Ratio (F/B)

Nilai *front to back* antenna yaitu merupakan perbandingan daya pada arah pemancar terbesar yang di kehendaki (*major lobe*) dengan *minor lobe*. Nilai *front to back ratio* suatu antenna di lihat dari Persamaan (2.9) berikut

$$F/B = P_m/P_1 \text{ (dB)} \quad (2.9)$$

$$F/B \text{ (dB)} = P_m \text{ (dBm)} - P_1 \text{ (dBm)} \quad (2.10)$$

Keterangan :

F/B = *front to back ratio*

P_m = daya puncak *major lobe* (W)

P_1 = daya puncak *minor lobe* (W)

2.1.8 Bandwidth

Daerah frekuensi kerja di mana antenna masih dapat bekerja dengan baik dinamakan *bandwidth* antenna. Untuk antenna yang mempunyai pita sempit dinyatakan dengan Persamaan (2.11) dibawah ini

$$BW = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \text{ (Hz)} \quad (2.11)$$

Sedangkan untuk antenna yang mempunyai pita lebar, *bandwidth* adalah

$$BW = \frac{f_u}{f_l} \text{ (Hz)} \tag{2.12}$$

Keterangan :

BW = lebar pita antenna (Hz)

f_u = frekuensi atas pada nilai VSWR tertentu (Hz)

f_l = frekuensi bawah pada nilai VSWR tertentu (Hz)

f_c = frekuensi tengah (Hz)

2.2. *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) adalah kemampuan suatu antenna untuk bekerja pada frekuensi yang diinginkan. Pengukuran VSWR berhubungan dengan pengukuran koefisien refleksi dari antenna tersebut. Perbandingan level tegangan yang kembali ke pemancar (V-) dan yang datang menuju beban (V+) ke sumbernya lazim disebut koefisien pantul atau koefisien refleksi yang dinyatakan dengan simbol “ Γ ”

$$\Gamma = \frac{V_-}{V_+} \tag{2.13}$$

Hubungan antara koefisien refleksi, impedansi karakteristik saluran (Z_0) dan impedansi beban/ antenna (Z_l) dapat ditulis :

$$\Gamma = \frac{Z_l - Z_0}{Z_l + Z_0} \tag{2.14}$$

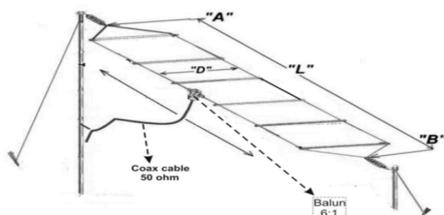
Harga koefisien refleksi ini dapat bervariasi antara 0 (tanpa pantulan/match) sampai 1, yang berarti sinyal yang datang ke beban seluuhnya dipantulkan kembali ke sumbernya semula. Maka untuk pengukuran *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, dinyatakan sebagai Persamaan (2.15) berikut :

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \tag{2.15}$$

Besarnya VSWR yang ideal adalah 1, yang berarti semua daya yang diradiasikan antenna pemancar diterima oleh antenna penerima (match). Semakin besar nilai VSWR menunjukkan daya yang dipantulkan juga semakin besar dan semakin tidak match. Dalam prakteknya *VSWR* harus bernilai lebih kecil dari 2(dua).

2.3. *Antena Folded Dipole*

Antena *folded dipole* adalah antenna yang berbentuk *loop* tertutup seperti gambar 5.



Gambar 5 Antena *Folded Dipole*.

Antena ini hanya dapat bekerja pada satu range frekuensi saja dengan polarisasi yang berbeda-beda dan *gain* yang berbeda pula. Perhitungan λ dapat dicari dari rumus:

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{2.16}$$

keterangan:

λ = panjang antenna (m)

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)

f = frekuensi (MHz)

Jadi untuk bekerja pada frekuensi 7,07 MHz di dapatkan λ sebesar 40 meter dan $\frac{1}{2} \lambda$ menjadi 20 meter. Jadi pada jarak kedua *dipole* adalah 0.39 meter. dilihat dari rangkaian ekuivalen maka sebuah antenna *folded dipole* dapat diartikan sebagai sebuah rangkaian yang terdiri dari sebuah komponen *resistive* (R) dan dua buah komponen *reactive* (L dan C). karena ini adalah *loop* tertutup maka terdapat rangkaian seri dan parallel di mana rangkaian serinya merupakan R dan L, rangkaian seri ini bertemu dengan C maka menjadi rangkakan parallel. impedansinya merupakan kombinasi diatas menjadi saling menghilangkan (*conjugate*) dan tahanan resultannya mendekati 75Ω seperti *dipole*. Umumnya dikarenakan dimensi fisik dari antenna yang berbeda beda maka sebuah antenna *dipole* $\frac{1}{2} \lambda$ tidak melebihi atau berkisar antara 68Ω tergantung pada rasio panjang dan diameter dari kawat/bahan yang dipakai. Karena antenna *folded dipole* merupakan *loop* tertutup menjadikan tegangan RF dikedua ujungnya sama nilainya sehingga distribusi tegangan dan arus RF di kedua element tersebut akan sama dengan *dipole*. Bilamana kedua bahan antenna *folded dipole* tersebut sama diameternya maka tahanan input di titik catunya menjadi 4 kali dari *dipole* tunggal biasa. Secara teoritis $4 \times 75 \Omega = 300 \Omega$. Kenaikan tahanan di titik catu terjadi akibat dari adanya pembagian yang sama dari arus RF dikedua element parallel tersebut. Adanya pembagian arus RF di titik catu sama dengan hanya $\frac{1}{2}$ arus RF di titik catu seperti yang terjadi pada antenna *dipole*. Jadi dengan daya yang sama kuat diukur di titik catu, baik daya pancar maupun daya terima, arus RFnya hanya akan setengahnya sehingga tahanan di titik catu tersebut naik 4 kali.

Dilihat dari bentuknya maka *folded dipole* adalah seperti saluran transmisi yang *balance* yang dihubungkan di kedua ujungnya. Dasar dari *folded dipole* adalah saluran transmisi tak seimbang-*unbalance transmission*, sehingga akan memancarkan RF.

3. Perancangan dan Pembuatan Sistem

3.1 Perancangan Antena *Folded Dipole*

Setelah pembahasan tentang param antenna pada bab 2, pada bab 3 ini akan dijelaskan bagaimana merancang, mendesain dan memasang antenna *Folded Dipole*. Untuk itu, pertama kali akan merancang terlebih dahulu.

3.1.1 Perancangan Antena *Folded Dipole* pada Frekuensi Kerja 7.070 MHz dan 11.2420 MHz.

Untuk merancang antenna *Folded Dipole*, terlebih dahulu menghitung beberapa hal. Yaitu:

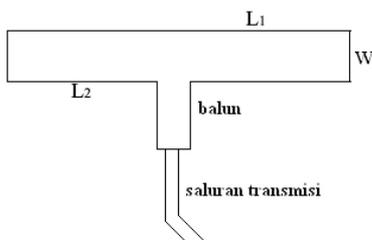
3.1.1.1 Menentukan Panjang Antena

Pada antenna folded dipole frekuensi kerja 7,070 MHz terletak pada Band frekuensi resmi radio amatir Indonesia pada 40 meter band, dengan *range* frekuensi 7,000 sampai 7,100 MHz maka untuk merancanganya dengan mengambil frekuensi tengah dari *range* frekuensi yang sudah di tentukan pada radio amatir tersebut. Maka frekuensinya adalah 7,050 MHz. Langkah ini bertujuan agar pada *range* frekuensi tersebut antenna dapat bekerja dengan baik. Karena antenna menggunakan $\frac{1}{2}\lambda_0$ maka panjang antenanya menjadi 21.27 meter untuk frekuensi 7.070 MHz sedangkan untuk frekuensi 11.2420 MHz panjang antenna $\frac{1}{2}\lambda_0$ adalah 13.34 meter.

Antena memiliki faktor propagasi di udara sebesar 5%, maka perhitungan panjang antenna dengan mengurangi faktor propagasi di udara sebesar 5%. Maka perhitungannya menjadi $21.27 - (5\% \times 21.27) = 20.20$ meter untuk frekuensi 7.070 MHz sedangkan pada frekuensi 11.2420 MHz adalah $13.34 - (13.34 \times 5\%) = 13.34 - 0.667 = 12.673$ meter.

3.1.1.2 Menentukan Spacer

Setelah mengetahui panjang antenna tersebut, akan diukur spacer antenna *Folded Dipole* ini. Dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini



Gambar 6 Perancangan Spacer *Folded Dipole*

Keterangan:

L_1 adalah panjang kabel

L_2 adalah panjang kabel yaitu $\frac{1}{2}$ dari L_1 .

W adalah spacer yang terbuat dari pipa PVC antara L_1 dan L_2 , panjang dari w dapat diketahui.

3.1.1.3 Menentukan Tinggi Pemasangan Antena

3.1.1.4

Ketinggian Antena minimal agar memperkecil interferensi atau gangguan dari sinyal atau noise dari device lain dan agar dapat beresonansi sekitar 7 m dari *ground* / tanah.

3.1.1.5 Menentukan BALUN (Balance Unbalance)

Secara umum, material yang dibutuhkan sama dengan yang dibutuhkan untuk membuat Balun 1 : 1. Secara prinsip, proses pembuatan semua Balun tersebut adalah

sama. Perbedaan penting terdapat pada wiring Balun dan jumlah lilitan yang dipergunakan sesuai rumus.

Balun ini berfungsi untuk menghubungkan antenna yang *balance* dengan *feeder line* (kabel *coax*) yang *unbalance*, sekaligus berguna untuk menyesuaikan impedansi antara antenna dan *feeder line*. Disini untuk pembuatan balun, menggunakan balun 1:6. Dimana impedansi antenna *Folded Dipole* sekitar 300Ω yang akan dihubungkan dengan kabel *coax* RG-8/U yang mempunyai impedansi 50Ω .

Untuk pembuatan balun 1:6 sebagai berikut :

Untuk lilitan Input N_1 bisa diambil 6-10 lilit, sedangkan untuk lilitan N_2 harus dihitung berapa jumlah lilitan yang dibutuhkan untuk membuat balun yang di inginkan. Untuk pembuatan balun 1:6, ambil 2 buah kawat yang digulung secara bersamaan sebanyak 10 lilitan. Kemudian pada titik sejauh 2 lilitan dari ujung atas kawat pertama, buat **tap c**. tap ini menghubungkan ke center socket SO-239 sebagai input. Ujung bawah kawat pertama dihubungkan dengan ujung atas kawat kedua, output diambil dari ujung atas kawat pertama dengan ujung bawah kawat kedua.

$$Z_{input} : Z_{output} = (N_1)^2 : (N_2)^2 \quad (3.1)$$

Keterangan pada Persamaan (3.1)

Perbandingan impedansi pada input dan output balun adalah sama dengan perbandingan kwadran jumlah lilitan input dengan kwadran jumlah lilitan output.

3.2 Pembuatan Antena *Folded Dipole*

Setelah dibahas tentang perancangan antenna *Folded Dipole*, pada sub bab diatas. Untuk sub ini akan membahas cara pembuatan antenna *Folded Dipole*. Dimana antenna folded dipole ini, dibagi dua frekuensi kerja. Yaitu pada frekuensi kerja 7.070 MHz dan pada frekuensi 11.2420 MHz. Sebenarnya prinsip pembuatan kedua antenna tersebut sama, yang berbeda adalah dalam menentukan panjang antenna dan menentukan ketinggian minimal antenna dipasang.

3.2.1 Pembuatan Antena *Folded Dipole* frekuensi kerja 7,070 MHz

Pembuatan antenna ini terlebih dahulu untuk mempersiapkan :

- a. Bahan dan Peralatan yang digunakan
 1. Gunting
 2. Kabel AWG 14
 3. Besi stainless diameter 1,5 mm
 4. Solder
 5. Tenol secukupnya

b. Langkah kerja

Lihat gambar 5. Potong kabel pada huruf “L” pada gambar sepanjang 20.20 meter untuk antenna yang memiliki frekuensi kerja 7.070 MHz .Potong kabel pada huruf “x” pada gambar sebesar setengah dari gambar huruf “L”, untuk antenna yang memiliki frekuensi kerja 11.2420 MHz sebesar 6.31 meter. Untuk keterangan gambar “K”, adalah spacer yang berada pada ujung antenna. Spacer ini terbuat dari besi stainless yang di solder dengan kedua kabel, agar kedua kabel tersebut

dapat terhubung dan menjadi rangkaian seperti loop tertutup. Sebelum di solder tutupi besi stainless dengan pipa PVC dengan ukuran diameter 2 cm, ini bertujuan agar besi tahan terhadap perubahan cuaca. Pemilihan besi stainless ukuran 1.5 mm ini dikarenakan, diameter besi ukurannya mendekati dengan diameter kabel, karena di pasaran diameter besi tidak ada yang sama dengan diameter kabel.

3.2.1.1 Pembuatan Spacer

Pembuatan spacer ini terlebih dahulu untuk mempersiapkan :

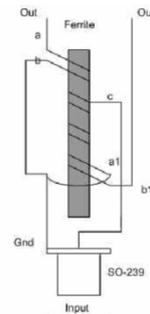
- a. Bahan dan Peralatan yang digunakan
 1. Pipa PVC berdiam 2 cm
 2. Penggaris
 3. Spidol
 4. Gergaji
 5. Bor dan mata bor
- b. Langkah Kerja
 1. Pertama ukur pipa PVC sesuai dengan yang diperlukan, menggunakan penggaris sepanjang 13cm. Tandai pipa PVC itu sesuai dengan ukuran menggunakan spidol.
 2. Untuk antenna *Folded Dipole* pada frekuensi 7.070 MHz diperlukan pipa PVC sebanyak 21 pipa. Apabila lebih jumlahnya lebih sedikit tidak masalah, jumlah diperbanyak agar dapat menopang lebih kuat.
 3. Setelah itu, pipa PVC yang telah ditandai dengan spidol dipotong menggunakan gergaji.
 4. Setelah mendapatkan pipa PVC sepanjang 13cm, lalu untuk ujung-ujung pipa tersebut dibor. Dari ujung pipa diberi jarak 1 cm, lubang ini untuk masuknya kabel yang akan dibuat untuk antenna *Folded Dipole*.
 5. Kemudian ulangi langkah no. 3 di atas, sehingga terkumpul pipa PVC sebanyak 21 buah.

3.2.1.2 Pembuatan BALUN

Disini untuk pembuatan balun, menggunakan balun 1:6. Dimana impedansi antenna *Folded Dipole* sekitar 300 Ω yang akan dihubungkan dengan kabel coax RG-8/U yang mempunyai impedansi 50 Ω.

- a. Bahan yang digunakan untuk pembuatan balun 1:6 sebagai berikut :
 1. Potongan pipa PVC diam 1 ¼ inch sepanjang 18 cm
 2. Dop PVC diam 1 ¼ inch sebanyak 2 buah sepanjang 3 cm
 3. Sebanyak 1 buah batang ferrite panjang 10 cm
 4. Kawat email diam 1,5 mm panjang sekitar 2 m
 5. Sebanyak 1 buah socket SO-239
 6. Sebanyak 4 buah baut dan mur ukuran 3 mm, panjang 10 mm untuk socket SO-239
 7. Sebanyak 2 buah kabel skun ukuran 2 mm untuk ujung kawat email
 8. Sebanyak 2 buah baut dan double mur ukuran 5 mm panjang 20 mm untuk output balun

- 9. Sebanyak 1 set lem araldit warna merah dan 1 set lem araldit warna putih
- Dibawah ini Gambar 7 merupakan desain balun 1:6,



Gambar 7 Desain Balun 1:6

Keterangan dari Gambar 3.3 jika setiap kawat mempunyai delapan lilitan dan katakanlah ujung atas kawat pertama disebut dengan a dan ujung bawahnya disebut a1, kemudian ujung atas kawat kedua disebut b dan ujung bawahnya disebut b1, lalu ujung atas kawat ketiga disebut c dan ujung bawahnya disebut c1, maka diperoleh

1. Dari gambar diatas, kemudian pada titik sejauh dua lilitan dari ujung atas a, buat tap c. Tap ini dihubungkan ke center socket SO-239 sebagai INPUT, ujung a1 dihubungkan dengan ujung b.
2. OUTPUT diambil dari ujung a dan ujung b1, maka akan diperoleh Balun 1:6.

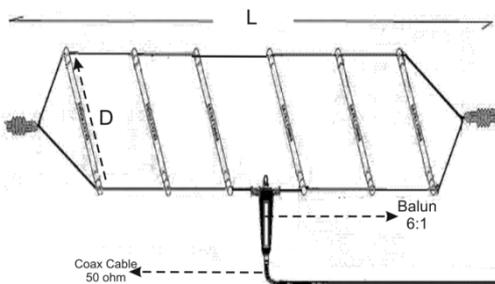
3.2.1.3 Perakitan Antena *Folded Dipole* pada Frekuensi Kerja 7.070 MHz

Setelah diatas dibahas tentang pembuatan Spacer dan Balun 1:6, maka selanjutnya perakitan antenna *Folded Dipole*.

- a. Bahan dan peralatan yang digunakan
 1. Kabel Awg 14 sepanjang 50 m
 2. Spacer sebanyak 21 buah
 3. Balun 1:6
 4. Laksban 3 m
 5. Papan Akrilik 14x5.5 1 buah
 6. Wire clip warna hitam secukupnya
 7. Tang potong
 8. Batang Besi diam 2 mm sepanjang 13cm 2 buah
 9. Solder dan tinol secukupnya
 10. Lotfett secukupnya
- b. Langkah Kerja
 1. Potong kabel antenna sepanjang 20,20 m, dari kabel antenna sepanjang 50 m. Kemudian lipat kabel tersebut, dari ujung-ujung kebel tersebut. Masukkan spacer kedalam kabel tersebut. Dari kabel tersebut, masukkan spacer sebanyaknya 10 buah. Yang masing-masing jaraknya 99 cm.
 2. Lalu untuk spacer terakhir diberi jarak kabel sepanjang 15 cm, dari kabel sepanjang 15 cm tersebut. Salah satunya dimasukkan pada pasang papan akrilik diujung kabel yang disetiap ujung-ujungnya telah dibor. Kabel atena tersebut dimasukkan sepanjang 5 cm. Yang kabel atena tersebut dikencangkan menggunakan wire clip.
 3. Kemudian tarik kabel atena dibawah kabel atena yang telah dimasukkan lubang papan akrilik. Lalu

masukkan ke ujung yang satu dari papan akrilik tersebut sepanjang 5cm. Dimana jarak antara spacer dengan papan akrilik sepanjang 10 cm. Kabel atena tersebut dikencangkan menggunakan wire clip.

4. Potong kabel atena sepanjang 21 m, dari kabel atena sepanjang 50 m. Kemudian lipat kabel tersebut, dari ujung-ujung kebel tersebut. Masukkan spacer kedalam kabel tersebut. Dari kabel tersebut, masukkan spacer sebanyak 11 buah. Yang masing-masing jaraknya 99 cm.
5. Kemudian tarik kabel atena dari spacer terakhir sepanjang 15 cm. Lalu masukkan ke ujung yang satu dari papan akrilik tersebut sepanjang 5 cm. Kabel atena tersebut dikencangkan menggunakan wire clip.
6. Kemudian tarik kabel atena dibawah kabel atena yang telah dimasukkan lubang papan akrilik, sepanjang 5 cm yang kabel atena tersebut dikencangkan menggunakan wire clip.
7. Pada lubang atas papan akrilik tersebut, sambung kabel dengan tinol, lalu beri isolator berupa laksana 3m pada sambungan tersebut. Begitu juga dengan lubang bawah papan akrilik, kabel disambung juga. Sehingga kabel antenna tersebut, akan membentuk loop.
8. Dari lubang bawah papan akrilik tersebut, pasang jumper pada Balun 1:6 lalu kedua ujung kabel tersebut dipasang pada lubang bawah akrilik. Bias dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Hasil Rancangan Antena *Folded Dipole*

3.3.1 Pemasangan Antena *Folded Dipole* pada Frekuensi Kerja 7.070 dan 11.2420 MHz

Untuk pemasangan antena *Folded Dipole* pada frekuensi 7.070 MHz dengan tinggi antena $\frac{1}{2}\lambda$ adalah 20.79 m, sehingga tinggi minimal pemasangan adalah 12.637. Tetapi pada kenyataannya, pemasangannya setinggi 12 m dari *ground*.

Untuk pemasangan antena *Folded Dipole* pada frekuensi 11.2420 MHz dengan tinggi antena $\frac{1}{2}\lambda$ adalah 12.637 m, sehingga tinggi minimal pemasangan adalah 6.3 m. Tetapi pada kenyataannya, pemasangannya setinggi 8 m dari *ground*.

3.4 Peralatan Pengukuran

Dalam pengukuran parameter antena *folded dipole*, ada beberapa peralatan utama yang diperlukan antara lain sebagai berikut :

1. Transceiver TS430 Kenwood
Adapun gambar dari transceiver TS430 Kenwood dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9 Transceiver TS430 Kenwood

2. SWR Meter Diamond SX-1000
Gambar SWR meter ditunjukkan pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10 SWR Meter Diamond SX-1000

3. Power Supply
4. Kabel RG - 8 dan Jumper RG - 8

4. Pengujian Sistem

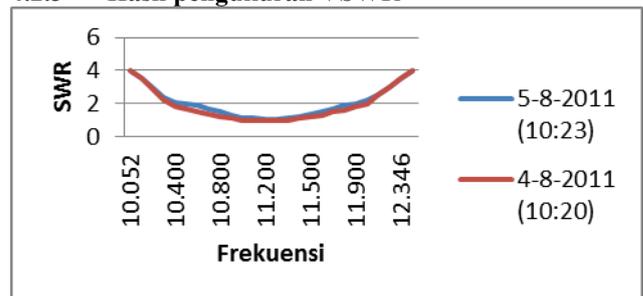
Pengukuran VSWR

Pengukuran VSWR bertujuan untuk mengetahui besarnya daya pantul dengan daya yang datang dari nilai VSWR dari frekuensi masing-masing antena. Dengan mengetahui VSWR dapat pula diketahui *bandwidth* dari antenna.

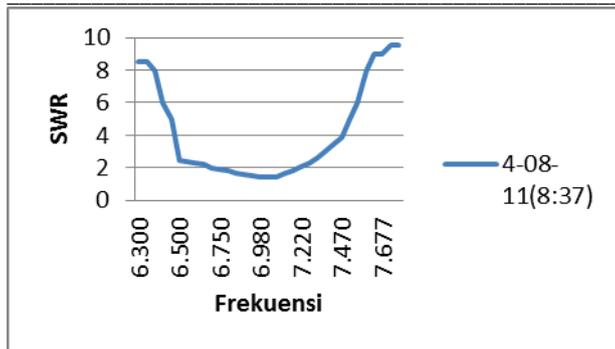
Prosedur pengukuran VSWR

1. Menghubungkan Transceiver TS430 Kenwood, Power Supply dan SWR Meter Diamond SX-1000
2. Mengatur frekuensi dari Transceiver TS430 Kenwood.
3. Mengkalibrasi SWR Meter Diamond SX-1000.
4. Menghubungkan antena folded dipole ke saluran transmisi yang sudah dikalibrasi.
5. Mencatat nilai VSWR dari frekuensi yang diukur.

4.2.3 Hasil pengukuran VSWR



Gambar 11 Hasil pengukuran SWR Antena *Folded Dipole* frekuensi 11.2420 MHz



Gambar 12 Hasil pengukuran SWR Antena Folded Dipole frekuensi 7.070 MHz

Dari hasil pengujian VSWR, gambar 11 dan 12, masing-masing antena didapatkan dengan SWR yang rendah dan ada sedikit perubahan pada saat pengukuran selanjutnya, ini dikarenakan adanya pengaruh propagasi dan cuaca iklim yang dapat berubah-ubah. Namun dari hasil pengujian VSWR kedua antena masih layak digunakan dalam komunikasi radio hal ini dibuktikan masih dapat diterimanya sinyal komunikasi radio amatir yang dapat di dengarkan pada pesawat.

5.1 Kesimpulan

1. Pengukuran VSWR diperlukan untuk mengetahui frekuensi kerja dari suatu antena dan sebagai indikasi.
2. Dari pengukuran VSWR tersebut, diperoleh nilai SWR yang rendah sehingga masih layak untuk melakukan komunikasi radio.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A. 1982. *Antenna Theory Analysis and Design*. New York : Harper and Row, publisher.
- [2] Kraus, D. John. 1998. *Antennas*. Singapore : McGraw-Hill Book Company.
- [3] Roody, Dennis and John Coolean. 1986. *Komunikasi Elektronika Jilid 1 dan 2*. Jakarta : Erlangga.
- [4] S, Wasito. 1995. *Vademekum Elektronika* : Gramedia Pustaka Utama.
- [5] Subagio, Budi Basuki. 2003. *Antena dan Propagasi*. Semarang : Politeknik Negeri Semarang.

- [6] <http://pksm.mercubuana.ac.id/new/elearning/files/modul/14042-5-589155502373.doc> (9 April 2011) (internet)
- [7] http://www.geocities.com/toles2005/kl_antena/lecture1.doc (9 April 2011) (internet)
- [8] http://ridwanlesmana.tripod.com/Balun_Bagian_Kedua.pdf (26 Juli 2011) (internet)