

PAKET LATIH DIRI

Nomor TEK-9805



PENGETAHUAN DASAR RADIO KOMUNIKASI

**ANTENA
DIPOLE DAN MONOPOLE**

JAKARTA 1998

Diterbitkan oleh :

**ORGANISASI AMATIR RADIO INDONESIA PUSAT
PO BOX 6797 JKSRB, Jakarta 12067**

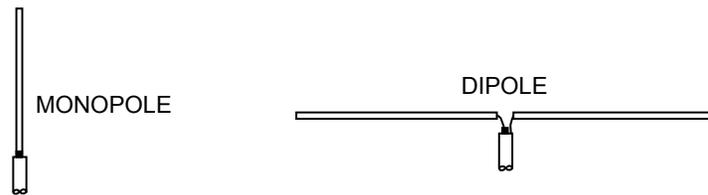
ANTENA DIPOLE DAN MONOPOLE

UMUM

Salah satu bagian penting dari suatu stasiun radio adalah antena, ia adalah sebatang logam yang berfungsi menerima getaran listrik dari transmitter dan memancarkannya sebagai gelombang radio. Ia berfungsi pula sebaliknya ialah menampung gelombang radio dan meneruskan gelombang listrik ke receiver.

Kuat tidaknya pancaran kita yang sampai di pesawat lawan bicara, sebaliknya baik buruknya penerimaan kita tergantung dari beberapa faktor. Faktor pertama adalah kondisi **propagasi**, faktor kedua adalah **posisi** stasiun (posisi antena) beserta lingkungannya, faktor ketiga adalah kesempurnaan **antena**. Untuk pancaran ada faktor ke-empat ialah kelebaran **bandwidth** pancaran kita dan faktor kelima adalah **power**.

Seringkali agar pancaran kita cukup besar diterima setasiun lawan bicara, kita berusaha menaikkan power dengan tanpa memperhatikan faktor-faktor lain tersebut di atas. Memang usaha meperbesar power secara teknis merupakan usaha yang paling mudah, akan tetapi rasanya ini adalah usaha yang kurang efektif dan cenderung merupakan suatu pemborosan.



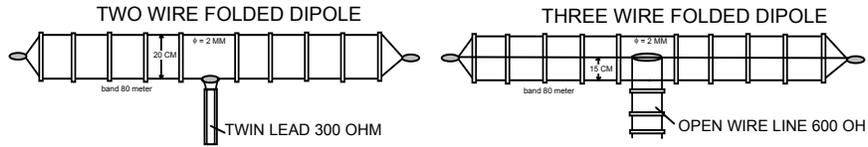
MONOPOLE DAN DIPOLE

Gambar 1

Mengenai propagasi dan posisi stasiun, kita cenderung tidak dapat berbuat banyak. Faktor bandwidth pancaran dapat dikatakan bahwa makin sempit bandwidth makin kuatlah pancaran kita, ini ada batasnya mengingat faktor readability.

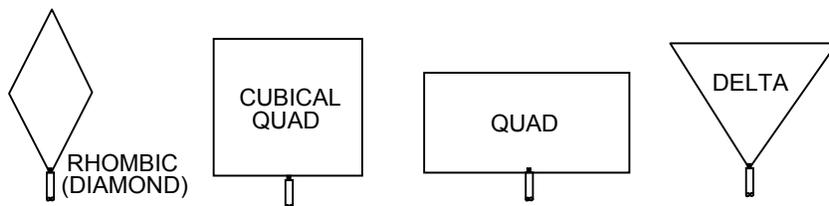
Sebatang logam yang panjangnya $\frac{1}{4}$ Lambda (λ) akan beresonansi dengan baik bila ada gelombang radio yang menyentuh permukaannya. Jadi bila pada ujung coax bagian inner kita sambung dengan logam sepanjang $\frac{1}{4} \lambda$ dan outer-nya di ground, ia akan menjadi antena. Antena semacam ini hanya mempunyai satu pole dan disebut **monopole** (*mono* artinya satu). Apabila outer dari coax tidak di-ground dan disambung dengan seutas logam sepanjang $\frac{1}{4} \lambda$ lagi, menjadi antena dengan dua pole dan disebut **dipole** $\frac{1}{2} \lambda$ (*di* artinya dua).

Antena dipole bisa terdiri hanya satu kawat saja disebut **single wire dipole**, bisa juga dengan dua kawat yang ujung-ujungnya dihubungkan dinamakan **two wire folded dipole**, bisa juga terdiri atas 3 kawat yang ujung-ujungnya disambung dinamakan **three wire folded dipole**.



FOLDED DIPOLE
Gambar 2

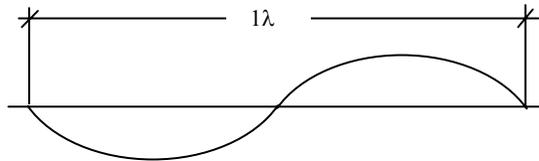
Antena lain yang juga mempunyai dua pole adalah antena delta loop rhombic, quad dan cubical quad. Dalam tulisan ini hanya dibicarakan single wire dipole.



RHOMBIC, QUAD DAN DELTA LOOP
Gambar 3

MENGHITUNG LAMBDA

Cepat rambat gelombang sama dengan cahaya ialah 300.000.000 meter/detik, sedangkan gelombang tersebut bergetar sejumlah f cycle/detik (f = frekuensi). Misalnya frekuensinya 6 MHz (mega artinya juta), maka setiap detik ia bergetar 6.000.000 kali. Kita tahu bahwa satu Lambda (λ) adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang selama satu kali getar.



SATU LAMBDA
Gambar 4

Sehingga panjang satu Lambda adalah :

$$\lambda = \frac{300.000.000 \text{ m/detik}}{f \text{ cycle/detik}}$$

Kalau f dalam MHz dan λ dalam meter, maka rumusnya menjadi :

$$\lambda = \frac{300}{f} \dots\dots\dots \text{rumus 1)}$$

LAMBDA ANTENA

Rumus 1) di atas adalah panjang gelombang di udara. Cepat rambat gelombang listrik pada logam itu lebih kecil, ialah 0.95 kali gelombang radio di udara. Jadi untuk menghitung Lambda antena, rumus 1) tersebut menjadi :

$$\lambda = \frac{300}{f} \times 0.95$$

$$\frac{1}{4} \lambda = \frac{75}{f} \times 0.95 \dots\dots\dots \text{rumus 2)}$$

dimana λ dinyatakan dalam meter dan f dalam MHz.

Antena dipole untuk frekuensi 7.050 MHz, dengan rumus di atas akan didapatkan panjang setiap sayapnya 9.99 meter atau dibulatkan 10 meter, panjang 10 meter ini dinamakan panjang theoritis. Panjang theoritis tersebut belum dapat langsung kita gunakan karena faktor pengaruh lingkungan belum diperhitungkan, kita tahu bahwa pengaruh lingkungan di setiap lokasi itu berbeda. Perhitungan theoritis ini mutlak diperlukan agar kita bisa memulai percobaan, tanpa perhitungan theoritis kita tidak akan bisa mengetahui dari mana kita akan memulai percobaan.

Kita ketahui bahwa lingkungan sangat berpengaruh terhadap panjang theoritis, terutama apabila antena itu dipasang rendah. Untuk itu, maka dalam praktek panjang theoritis tersebut harus diberikan koreksi yang dinamakan koreksi lingkungan. Penyesuaian dengan lingkungan itu dilakukan dengan metoda *trial and error*. Metoda trial and error adalah suatu metoda ilmiah yang digunakan apabila ada dua variabel yang saling tergantung atau bila ada beberapa variabel yang tidak dapat diukur besarnya.

POLARISASI

Gelombang elektromagnet yang melaju di udara atau di angkasa luar terdiri atas komponen gaya listrik dan komponen gaya magnet yang tegak lurus satu sama lain. Gelombang radio yang memancar dikatakan terpolarisasi sesuai arah komponen gaya listriknya. Untuk antena dipole maka polarisasinya searah dengan panjang bentangnya, bila antena tersebut dipasang horizontal, maka polarisasinya horizontal pula.

Agar dapat menerima gelombang radio secara baik, maka antena harus mempunyai polarisasi yang sama dengan polarisasi gelombang radio yang datang. Arah polarisasi ini akan tetap sepanjang lintasan gelombang radio kecuali bila gelombang tersebut sudah dipantulkan oleh ionosphere, maka polarisasinya bisa berubah. Untuk itu, maka antena untuk keperluan komunikasi jarak jauh pada HF atau MF dapat dibuat vertikal atau horizontal.

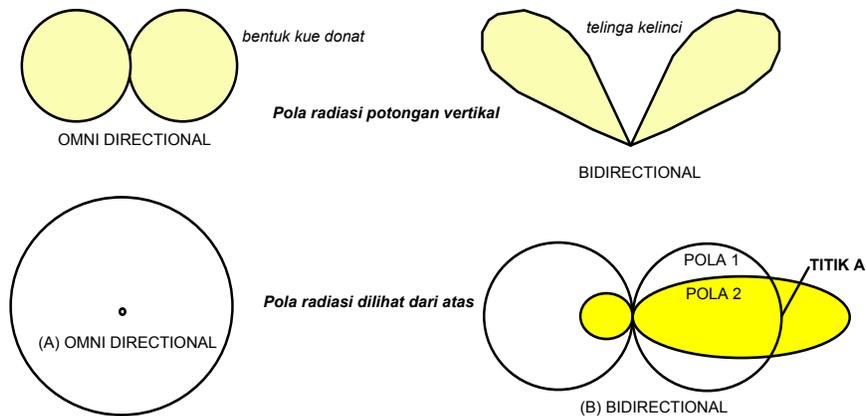
Pada band MF dan HF, biasanya kita gunakan polarisasi horizontal sedangkan untuk VHF (pada radio 2 meteran) biasa digunakan polarisasi vertikal. Kita tahu bahwa pancaran VHF tidak menggunakan pantulan ionosphere sehingga polarisasinya sampai ke antena pesawat lawan bicara masih tetap vertikal. Sedangkan pesawat 2 meteran banyak dipasang pada mobil dan antena mobil hanya bisa vertikal saja.

GAIN ANTENA

Pancaran gelombang radio oleh antenna makin jauh makin lemah, melemahnya pancaran itu berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya, jadi pada jarak dua kali lipat kekuatannya menjadi $1/2^2$ atau seperempatnya. Angka tersebut masih belum memperhitungkan melemahnya pancaran karena hambatan lingkungan dalam perjalanannya.

Kecuali sifat tersebut di atas, sifat lain dari antenna adalah bahwa kekuatan pancaran ke berbagai arah cenderung tidak sama. Pancaran gelombang radio oleh antenna vertikal mempunyai kekuatan yang sama ke segala arah mata angin, pancaran semacam ini dinamakan **omni-directional**. Pada antenna dipole, pancaran ke arah tegak lurus bentangnya besar sedang pancaran ke samping kecil, pancaran semacam ini disebut **bi-directional**.

Dalam teknik radio kekuatan pancaran ke segala arah digambarkan sebagai pola pancaran (radiation pattern) seperti terlihat pada gambar berikut ini.

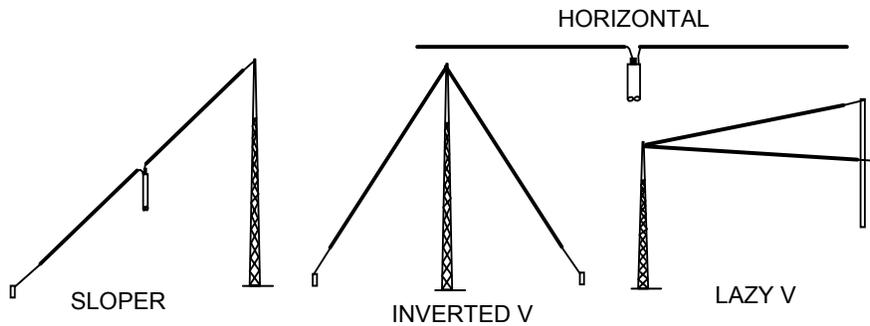


POLA RADIASI
Gambar 5

Pola 1 adalah pola pancaran antenna dipole (antenna 1), apabila ada antenna lain (antenna 2) yang mempunyai pola radiasi seperti pada pola 2, maka titik A akan menerima signal lebih kuat daripada pancaran antenna 1, dikatakan bahwa antenna 2 mempunyai GAIN. Gain dinyatakan dengan dB, sebagai pembandingan untuk menentukan besarnya gain adalah dipole.

KONFIGURASI ANTENA DIPOLE

Berbagai macam cara untuk memasang antenna tergantung dari tersedianya space yang dapat digunakan untuk memasangnya. Antenna single wire dipole dapat dipasang horizontal (sayap kiri dan kanan sejajar dengan tanah), dapat pula dipasang dengan konfigurasi inverted V (seperti huruf V terbalik), dengan konfigurasi V (seperti huruf V), konfigurasi lazy V (ialah berbentuk huruf V yang tidur) atau dapat juga konfigurasi sloper (miring).



KONFIGURASI ANTENA DIPOLE

Gambar 6

Antena dipole dapat dipasang tanpa menggunakan balun akan tetapi bila feeder line menggunakan coaxial cable sebaiknya dipasang balun 1:1 karena coaxial cable itu unbalance, sedangkan antenanya balance, agar diperoleh pola radiasi yang baik.

CARA MATCHING ANTENA DIPOLE

Cara matching antena yang baik ialah dengan menggunakan alat khusus ialah DIP METER dan IMPEDANCE METER atau dapat juga menggunakan SWR ANALYZER. Apabila alat tersebut tidak tersedia, matching dilakukan dengan menggunakan transceiver dan SWR meter.

Pertama-tama pasanglah antena dengan konfigurasi yang dikehendaki. Pasanglah SWR meter diantara transceiver dengan transmission line (coaxial cable).. Selanjutnya atur transceiver pada power yang paling rendah, sekitar 5-10 Watt dengan mode AM atau CW. Tentukan frekuensi kerja yang dikehendaki, misalnya 3.850 MHz.

Coba transmit sambil mengamati SWR meter, putarlah tombol pengatur frekuensi sedemikian sehingga didapatkan Standing Wave Ratio (SWR) yang paling rendah. Bila frekuensi tersebut lebih rendah dari 3.850 MHz berarti sayap-sayap dipole terlalu panjang, jadi harus diperpendek. Bila frekuensi terlalu tinggi berarti sayap-sayap dipole-nya terlalu pendek. Untuk memperpanjang haruslah disambung, ini kurang menyenangkan. Jadi pemotongan awal antena harus dilebihi dari panjang theoritis, dan pada waktu dipasang dilipat balik sehingga panjangnya sama dengan panjang theoritis.

Bila frekuensi match terlalu rendah, diperpendek antena 10 CM setiap sayapnya. Bila masih terlalu rendah diperpendek lagi. Begitu seterusnya sehingga diperoleh SWR yang rendah ialah kurang dari 1:1.5.

Cara memendekkan tidak dengan dipotong tetapi dilipat balik dan menumpuk rapat, lipatan yang mencuat akan membentuk *capasitance head* dan mempengaruhi SWR



MELIPAT UJUNG ANTENA

Gambar 7

Antena dipole dapat dioperasikan secara harmonic, ialah dipekerjakan pada frekuensi kelipatan ganjil dari frekuensi kerja aslinya.

Misalnya antena untuk 7 MHz dapat pula digunakan untuk bekerja pada 21 MHz (kelipatan 3). Tentu saja SWR-nya akan lebih tinggi daripada bila digunakan pada frekuensi aslinya.

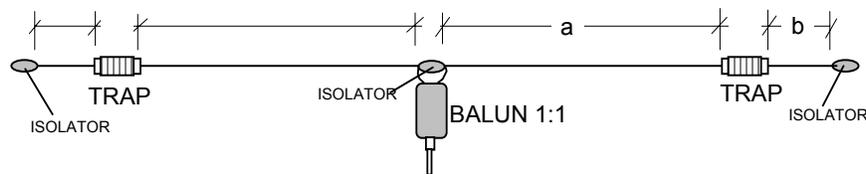
Penempatan antena disarankan agak jauh dari kawat telepon dan kawat listrik untuk menghindari timbulnya telephone interference dan television interference. Bentangan antena yang sejajar dengan kawat telepon atau kawat listrik dengan jarak kurang dari lima meter akan dapat menimbulkan gangguan pada pesawat telepon, televisi dan perangkat audio lainnya.

Makin rendah letak antena, sayap-sayapnya cenderung makin pendek. Untuk itu dalam pekerjaan matching, antena diletakkan pada ketinggian yang sebenarnya. Begitu pula diameter kawat akan berpengaruh terhadap panjangnya, makin besar diameter makin pendek antenanya, hal ini disebabkan karena kapasitansi antena terhadap bumi. Matching antena pada saat tanah basah, misalnya sehabis turun hujan, sayap dipole menjadi lebih pendek.

Kecuali itu dalam pemasangan antena perlu memperhatikan lingkungan yang mungkin mengganggu antena itu sendiri. Misalnya adanya atap dari bahan seng atau atap rumah yang dilapisi dengan aluminium foil cenderung akan menyulitkan matching antena.

TRAP DIPOLE DAN TRAP MONOPOLE

Untuk stasiun radio yang space antenanya terbatas dapat diatasi dengan membelokkan ujung antena disesuaikan ruangan yang tersedia. Cara lain adalah dengan menggunakan antena trap dipole, antena dengan satu trap dapat bekerja pada 3 band. Berikut ini diberikan contoh pembuatan antena dengan satu trap yang mampu bekerja pada band 80 meter, 40 dan 15 meter dengan kepanjangan total sekitar 21-23 meter.



TRAP DIPOLE
Gambar 8

Panjang sayap bagian dalam a sekitar 10 meter dan panjang sayap bagian ujung b sekitar 1.5 sampai 2 meter. Panjang bagian-bagian tersebut sangat tergantung pada lingkungan, sehingga harus dicoba-coba, sedang ukuran trap adalah 80 μ H.



TRAP 80 μ H
Gambar 9

Setelah antenna dipasang penuh, matching pertama dilakukan pada band 40 meter, segmen sayap **a** diatur panjangnya sehingga match pada frekuensi yang dikehendaki, misalnya pada 7.050 MHz.

Bila antenna sudah match pada frekuensi tersebut, pekerjaan dilanjutkan pada band 80 meter. Dengan mengatur sayap-sayap bagian ujung (segmen b) antenna diusahakan match pada frekuensi yang dikehendaki, misalnya pada frekuensi 3.850MHz.

Setelah itu, kembali check lagi pada band 40 meter, bila keadaan tetap seperti semula maka pekerjaan matching selesai. Pengaturan panjang segmen sayap bagian ujung (bagian a) dilakukan sedikit-sedikit karena bagian ini lebih peka daripada segmen bagian a.

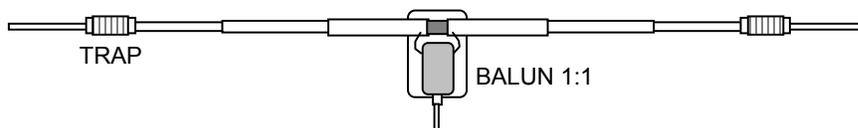
Untuk band 15 meter tidak perlu dilakukan matching karena band 15 meter menggunakan harmonik.

Apabila ruangan masih juga belum cukup untuk membentangkan trap dipole ini, maka dapat ditempuh jalan dengan memasang satu sayap saja dari antenna trap dipole. Antena disambungkan pada inner dari coaxial cable, sedangkan outer dari coaxial cable di-ground. Antena ini dinamakan **monopole**, istilah lengkapnya **multiband trap monopole**.

ROTARY DIPOLE

Antena dipole dapat pula dibuat dari pipa aluminium, antenna semacam ini bisa diputar-putar sehingga dinamakan rotary dipole. Untuk band-band 10 meter sampai dengan 40 meter, masih dapat dibuat dengan panjang $\frac{1}{2}$ lambda penuh.

Akan tetapi untuk band 80 meter akan sulit konstruksinya karena terlalu panjang sehingga ujung-ujungnya akan melengkung dan tidak kuat. Dengan menggunakan cara seperti pada trap dipole, maka rotary dipole dapat dibuat untuk band 80 meter.



ROTARY DIPOLE
Gambar 10

Dengan mengubah-ubah jumlah gulungan pada trap dan mengubah-ubah letak trap, antenna trap dipole dapat diatur panjangnya sesuai kebutuhan, dengan konsekuensi tidak dapat digunakan untuk 3 bander oleh rekan-rekan amatir radio. Untuk mengubah-ubah jumlah gulungan dan mengubah-ubah letak trap tidak dibahas disini dan rekan-rekan amatir radio dipersilahkan untuk bereksperimen sendiri.

MULTIBAND VERTICAL

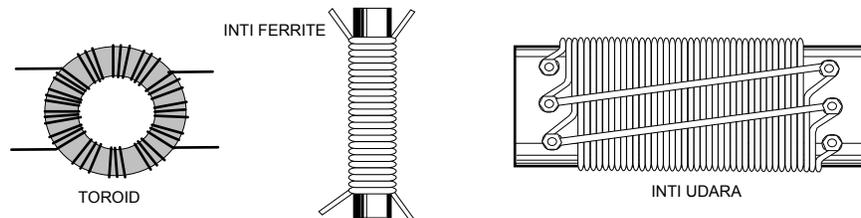
Apabila ruangan yang tersedia begitu sempitnya sehingga untuk membentangkan antenna trap monopole secara horizontal tidak cukup, maka antenna trap monopole dapat dipasang dengan konfigurasi vertikal. Tentu saja antenna ini tidak dapat lagi dibuat dari kawat akan tetapi harus dari pipa aluminium seperti halnya dengan rotary dipole.

Antena vertikal semacam ini agar bisa bekerja dengan baik diperlukan sejumlah ground plane yang dipasang pada pangkal antena dan dihubungkan dengan outer dari coaxial cable. Ground plane dibuat untuk masing-masing band, dihubungkan dengan outer coaxial cable dan dipasang horizontal. Ground plane dibuat juga dengan trap, akan tetapi lilitan trap dibuat lebih banyak sedemikian sehingga ground plane bisa pendek.

BALUN

Balun adalah alat yang digunakan untuk menyesuaikan impedansi antara antena dengan coaxial cable ia digunakan juga untuk menghubungkan antara feeder line yang unbalance misalnya coaxial cable dengan antena yang balance misalnya antena dipole.

Balun dapat dipandang sebagai suatu transformator untuk link kopling antara feeder line dengan antena. Ia terdiri atas gulungan kawat diatas ferrite (batangan atau toroidal) atau dapat juga inti udara. Balun dengan inti ferrite, harus diperhatikan pemilihan jenis ferritenya.



BERBAGAI MACAM BALUN

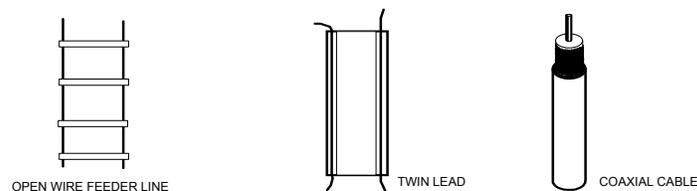
Gambar 11

Di pasaran terdapat berbagai jenis toroid, jenis-jenis tersebut mempunyai sifat yang berbeda ialah response-nya terhadap frekuensi. Ada toroid untuk frekuensi audio dan toroid untuk filter AC (frekuensi rendah), ini tidak cocok untuk balun. Ferrite batangan digunakan untuk antena radio MW (frekuensi tinggi) bisa digunakan.

FEEDER LINE

Feeder line atau transmission line adalah penghubung antara antena dan transceiver, ia berfungsi untuk meneruskan getaran listrik dari transceiver ke antena dan sebaliknya. Berbagai macam feeder line yang dapat digunakan oleh rekan-rekan amatir radio.

Coaxial cable banyak dipakai oleh rekan-rekan karena mudah didapatkan di pasaran serta mudah handlingnya, misalnya coaxial cable nomor RG-8/U atau RG-58/U mempunyai impedansi 50 OHM.



FEEDER LINE

Gambar 12

Twin lead agak sulit ditemukan di pasaran, jenis ini terkenal dengan nama feeder TV, umumnya mempunyai impedansi 300 OHM. Sedangkan open wire feeder atau terkenal dengan julukan *tangga monyet* dapat dibuat sendiri, impedansinya dapat diatur sesuai kebutuhan, umumnya sampai 600 OHM.

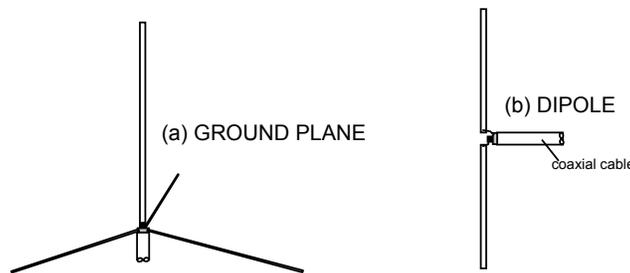
Characteristic impedance dari open wire feeder (Z_0) adalah fungsi dari diameter kawat (d) dan jarak antara kedua kawat (D), dapat diperhitungkan dengan rumus berikut.

$$Z_0 = 276 \times \log_{10} \frac{D}{2d}$$

Suatu kecenderungan menunjukkan bahwa makin tinggi impedansi feeder line makin kecil losses-nya. Kecenderungan lain mengenai losses pada transmission line ialah bahwa makin tinggi frekuensi, losses cenderung makin besar. Untuk itu, maka pada band-band VHF ke atas, diusahakan agar transmission line sependek mungkin.

ANTENA VHF SEDERHANA

Ditempat-tempat terpencil atau dalam keadaan darurat sering diperlukan daya improvisasi untuk membuat antena dari bahan-bahan yang terdapat disekeliling kita. Antena sederhana ini dapat dibuat dari bahan sembarang logam yang bisa didapatkan misalnya sepotong kawat jemuran atau sepotong pipa kecil bekas rak piring atau sebatang ruji sepeda. Untuk antena VHF 2 meteran, konfigurasi antena yang digunakan adalah vertikal, untuk memperoleh polarisasi vertikal.



ANTENA VHF SEDERHANA
Gambar 13

Batang logam yang didapat tersebut dipotong sepanjang $\frac{1}{4}$ Lambda dan disambung dengan inner dari coaxial cable. Antena semacam ini sudah dapat digunakan dengan cukup bagus.

Untuk lebih sempurna dapat ditambahkan ground plane yang dihubungkan dengan outer dari coaxial cable 3 atau 4 biji dipasang horizontal. Panjang masing-masing ground plane $\frac{1}{4}$ lambda, antena semacam ini disebut antena ground plane (periksa gambar 13 a).

Kecuali antena ground plane, antena VHF sederhana yang lain adalah antena dipole yang dipasang vertikal. Pada antena ini harus diperhatikan tarikan coaxial cable ialah harus tegak lurus arah dipole atau coax jangan sampai sejajar dengan dipole (periksa gambar 13 b).

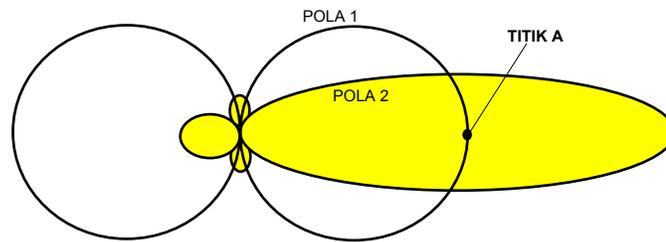
ANTENA YAGI

UMUM

Sebelum kita berbicara tentang antena Yagi atau antena pengarah marilah kita menengok terlebih dahulu antena *isotropic*. Antena isotropic adalah antena yang memancarkan radiasi ke segala jurusan ke samping, ke atas dan ke bawah dengan kuat pancaran yang sama. Apabila kita gambarkan pola radiasinya maka akan berbentuk bola. Antena ini tidak pernah ada, ini hanya digunakan untuk pembicaraan teoritis.

Antena isotropic ini berbeda dengan antena omni directional, antena omni directional mempunyai kuat pancar yang sama ke segala penjuru mata angin akan tetapi ke atas dan ke bawah tidak sama. Antena vertikal $\frac{1}{4}$ Lambda mempunyai sifat ini.

Untuk keperluan terutama komunikasi jarak jauh dan tidak diperlukan QSO dengan stasiun-stasiun yang berada di berbagai jurusan, maka sering diperlukan antena pengarah agar pancaran pada arah yang dikehendaki menjadi lebih besar. Tentu saja mengandung konsekuensi bahwa pancaran ke arah yang lain menjadi relatif mengecil.



POLA PANCARAN
Gambar 1

Kita perhatikan gambar 1, pola 1 adalah pola pancaran antena dipole. Bila pada antena dipole diberikan sebuah reflektor dan director, maka akan kita peroleh pola pancaran seperti tergambar pada sebagai pola 2. Pancaran ke satu arah akan menjadi lebih jauh sedangkan pancaran ke jurusan lainnya akan menjadi jauh lebih kecil.

Antena pengarah dikatakan mempunyai *gain*, yang dinyatakan dalam **dB**. Gain adalah perbandingan logaritmik antara power antena dibandingkan dengan dipole $\frac{1}{2}$ Lambda. Apabila sebagai pembanding digunakan antena isotropic, maka gain dinyatakan dalam **dBi**. Misalnya antena dipole $\frac{1}{2}$ Lambda mempunyai gain sebesar +2.1 dBi terhadap isotropic. Akan tetapi pada umumnya gain suatu antena yang digunakan pembanding adalah dipole $\frac{1}{2}$ Lambda.

Misalnya power suatu antena pada titik A (periksa gambar 1) adalah P_a sedangkan power dipole $\frac{1}{2}$ Lambda di tempat itu sebesar P_d , maka gain antena :

$$\text{Gain} = 10 \log_{10} P_d / P_a \text{ dB}$$

Mengukur gain suatu antenna praktis tidak pernah dilakukan karena untuk pekerjaan ini diperlukan suatu sangkar Faraday yang cukup besar. Misalnya untuk penelitian gain antenna 35 CM perlu sangkar Faraday sebesar 6 x 6 x 6 meter. Makin rendah frekuensi makin besar ukuran sangkar Faraday, hal ini tentu memakan biaya yang sangat besar.

Perbandingan kuat pancaran ke arah depan dengan arah belakang disebut *front to back ratio*. Sedangkan perbandingan kuat pancaran ke depan dengan kuat pancaran ke arah samping disebut *front to side ratio*. Untuk mengetahui keberhasilan kita membuat antenna pengarah, secara praktis dapat kita amati dari front to back rasionya. Makin besar front to back ratio menandakan makin baiknya pengarah antenna tersebut dan umumnya front to side rasionya juga menjadi makin kecil. Dalam praktek kita tidak pernah mengukur besarnya gain antenna.

Standing Wave Ratio (SWR)

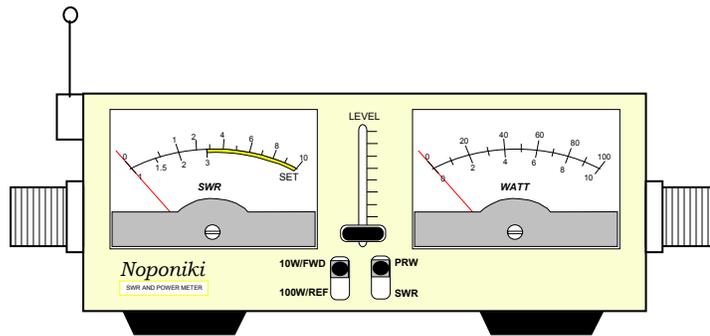
Sebelum melangkah lebih jauh, kita akan mencoba memberi gambaran mengenai standing wave ratio. SWR ini harus diamati ada waktu kita memasang antenna untuk mendapatkan hasil yang baik dan menjaga awetnya perangkat transceiver.

Apabila sepanjang feeder line ada gelombang listrik yang mengalir dari transceiver ke antenna dan tidak ada aliran balik dari antenna ke transceiver, maka gelombang listrik tersebut, baik voltasenya maupun arusnya akan tetap besarnya. Akan tetapi apabila ada arus balik yang, maka arus balik ini akan mengadakan interferensi dengan arus yang pergi ke antenna. Sehingga arus yang mengalir sepanjang feeder line tadi pada suatu saat tertentu menjadi membesar dan pada suatu saat berikutnya menjadi mengecil.

Perbandingan antara arus maksimum dengan arus minimum atau perbandingan antara voltage maksimum dengan voltage minimum ini disebut *Standing Wave Ratio* (SWR)

Standing Wave Ratio ini besarnya tergantung dari besarnya arus balik, makin besar arus balik maka SWR menjadi makin besar pula. Adanya standing wave pada feeder line ini tidak dikehendaki karena hal ini memberikan indikasi adanya mismatch. Arus balik ini akan masuk ke final dan ditransformasikan menjadi panas, dimana panas ini bila cukup tinggi akan dapat merusak final.

Untuk mengukur besarnya SWR suatu transmission line yang menghubungkan transceiver dan antenna digunakan SWR METER yang berisi *swr bridge*. Contoh suatu SWR meter terdapat pada gambar 2, biasanya alat semacam ini dilengkapi dengan power meter dan field strength meter.

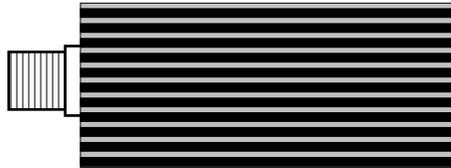


SWR AND POWER METER
Gambar 2

Field strength meter digunakan untuk mengukur kuat pancar transceiver dengan antenna tertentu suatu antenna. Kuat pancar diukur pada suatu jarak tertentu dan arah tertentu, selanjutnya dibandingkan dengan kuat pancar pada arah lain. Ini dapat digunakan untuk mengukur besarnya front to back ratio.

Dummy Load

Untuk melakukan pengukuran SWR pada suatu feeder line, maka pada ujung feeder line diberikan suatu dummy load sebagai pengganti antenna. Dummy load ini berfungsi menyerap RF yang masuk kepadanya sehingga tidak terjadi RF balik dari luar feeder line (coaxial cable), dengan demikian SWR feeder line dapat diukur secara murni.

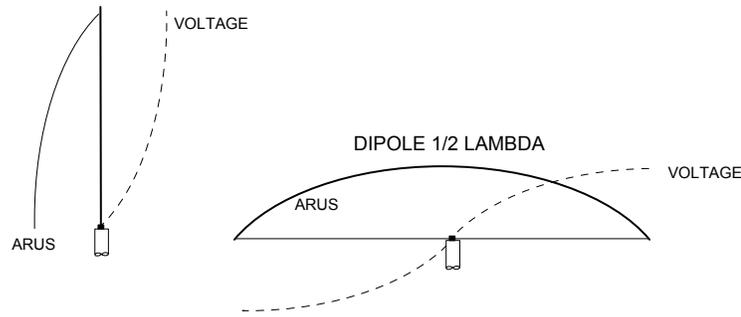


DUMMY LOAD
Gambar 3

Distribusi tegangan dan arus.

Apabila kita ingin melihat suatu gambaran mengenai arus dan tegangan pada suatu antenna dipole, maka distribusi tegangan dan distribusi arus sepanjang antenna dapat dilihat pada gambar berikut ini.

VERTIKAL 1/4 LAMBDA



DISTRIBUSI TEGANGAN DAN ARUS
Gambar 4

ANTENA YAGI UNTUK HF

Antena pengarah yang dibahas dalam tulisan ini adalah antena Yagi. Antena ini ditemukan oleh Dr. H. Yagi dari Tokyo University pada tahun 1926. Antena Yagi yang paling sederhana adalah antena 2 elemen yang terdiri atas satu radiator atau driven elemen dan satu elemen parasitik sebagai director dengan spacing sekitar 0.1λ . Power gain dapat mencapai sekitar 5 dB dengan front to back ratio sebesar 7 sampai 15 dB. Gain akan menjadi sedikit lebih rendah apabila parasitik elemen tersebut dipasang sebagai reflektor.

Untuk band-band 10 -30 meter, bahan elemen dapat dari tubing aluminium sehingga memungkinkan untuk diputar-putar arahnya.

Akan tetapi untuk band 160 meter atau 80 meter, tubing aluminium menjadi tidak praktis karena terlalu panjang sehingga kurang kuat, lebih praktis digunakan kawat dengan konsekuensi tidak dapat diputar arah.

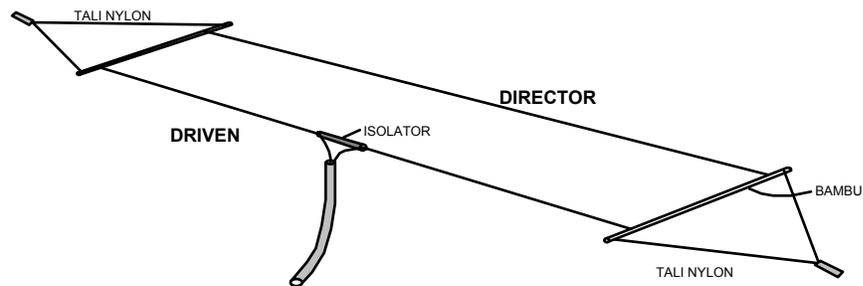
Panjang elemen Yagi dipengaruhi oleh diameter elemen dan adanya sambungan-sambungan. Baik diameter elemen maupun banyaknya sambungan akan memberikan pengaruh terhadap kapasitansi antar elemen, seperti kita ketahui bahwa dua logam yang terletak sejajar tersebut akan merupakan suatu kapasitor.

Rumus perkiraan untuk menghitung panjang elemen dan spacing antena Yagi dua elemen adalah sebagai berikut :

Driven elemen	$145 / f$ (dalam MHz)	meter.
Director	$137 / f$ (dalam MHz)	meter.
Spacing	$36.6 / f$ (dalam MHz)	meter

Elemen antenna Yagi untuk band 20, 17, 15, 12 dan 10 meter lebih praktis dibuat dari bahan tubing aluminium, sehingga dapat diputar-putar dengan menggunakan rotator yang digerakkan dengan listrik atau rotator yang digerakkan dengan tangan.

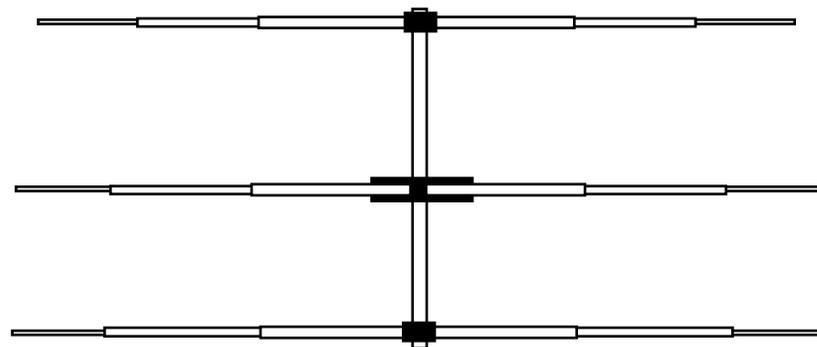
Tubing yang diperlukan untuk membuat antenna ini adalah tubing aluminium yang tebal yang disusun secara teleskopik, ialah ditengah diameter besar makin ke ujung diameter makin mengecil, agar antenna tersebut tidak menjadi terlalu melengkung ke bawah pada ujung-ujungnya. Untuk antenna 10 meter, elemen dapat dibuat dari tubing diameter $\frac{1}{2}$ inch dan $\frac{3}{4}$ inch, untuk 20 meter dengan diameter $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ h, $\frac{3}{4}$ dan 1 inch.



ANTENA YAGI DUA ELEMEN KAWAT (80 METER)
Gambar 5

Mengenai diameter tubing dapat dicoba-coba sendiri oleh rekan-rekan amatir sehingga didapatkan performance yang cukup baik, mengingat tersedianya tubing aluminium di pasaran pada masing-masing tempat.

Antena untuk band band 20 sampai 10 meter dapat dibuat dengan 3 elemen, yaitu driven elemen, satu reflektor dan satu director. Power gain antenna tergantung pada spacing antar elemen, dengan spacing 0.15λ antenna ini diharapkan akan memeberikan gain sebesar sekitar 8 dB dengan front to back ratio antara 10 sampai 25 dB.



ANTENA YAGI TIGA ELEMEN
Gambar 6

Panjang elemen dan spacing antar elemen dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut ini :

Reflektor elemen	$153 / f$ (dalam MHz)	meter.
Driven elemen	$144 / f$ (dalam MHz)	meter.
Director	$137 / f$ (dalam MHz)	meter.
Spacing	$36.6 / f$ (dalam MHz)	meter

Elemen antena Yagi di atas masih dapat ditambah lagi menjadi 4 elemen dengan menambahkan satu director akan tetapi panjang elemennya perlu diubah.

Seperti telah diutarakan di atas, power gain antena tergantung pada spacing antar elemen atau dapat dikatakan panjang boomnya. Dengan panjang boom 0.45λ antena 4 elemen Yagi diharapkan akan memberikan gain sebesar sekitar 9.5 dB sampai 10 dB dengan front to back ratio antara 15 sampai 25 dB.

Apabila kita perhatikan antara penambahan jumlah elemen dan tambahan power gainnya, maka terlihat bahwa antena dengan 3 elemen dapat dipandang merupakan jumlah elemen yang paling optimal. Tambahan jumlah elemen berikutnya makin tidak memberikan angka yang berarti.

Untuk antena Yagi empat elemen, perhitungan panjang elemen serta spacingsnya dapat menggunakan tabel sebagai berikut :

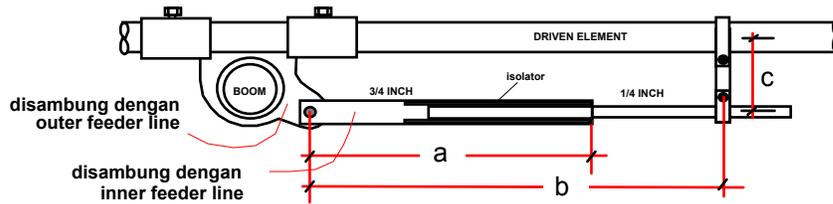
Reflektor elemen	$153 / f$ (dalam MHz)	meter.
Driven elemen	$144 / f$ (dalam MHz)	meter.
Director 1	$137 / f$ (dalam MHz)	meter.
Director 2	$135 / f$ (dalam MHz)	meter.
Spacing	$36.6 / f$ (dalam MHz)	meter

Perlu diperhatikan sekali lagi bahwa diameter tubing, panjang masing bagian elemen, serta ketinggian antena akan sangat berpengaruh terhadap kepanjangan elemen Yagi. Rumus tersebut di atas akan memberikan panjang teoritis yang masih perlu koreksi lingkungan.

Dalam praktek di lapangan, rekan-rekan amatir radio diharapkan mengadakan banyak percobaan, sehingga akan didapatkan hasil yang paling baik disesuaikan dengan bahan yang dipergunakan serta kondisi lingkungan ditempat masing-masing. Suatu antena yang sudah diset baik di suatu lokasi, bila dipasang di lain lokasi bisa menjadi kurang baik.

GAMMA MATCH

Untuk driven elemen, disamping menggunakan dipole seperti yang diuraikan di atas, dapat pula menggunakan driven elemen dengan Gamma Match. Pada elemen dengan gamma match ini elemen tidak dibagi dua akan tetapi utuh dan pada feed point diberikan suatu matching device tersebut. Pada prinsipnya gamma match merupakan L-C circuit.



GAMMA MATCHING DEVICE

Gambar 7

Peralatan yang merupakan bagian-bagian untuk membuat gamma matching device bisa didapatkan di pasaran. Panjang a sekitar 50 CM dan panjang c sekitar 10 CM sedangkan panjang b dicari pada saat kita melakukan matching (antara 100-120 CM) sehingga didapatkan SWR yang baik. Ukuran gamma matching device tersebut di atas dapat dipergunakan pada driven element untuk band dari 10 sampai 20 meter.

ANTENA YAGI UNTUK VHF

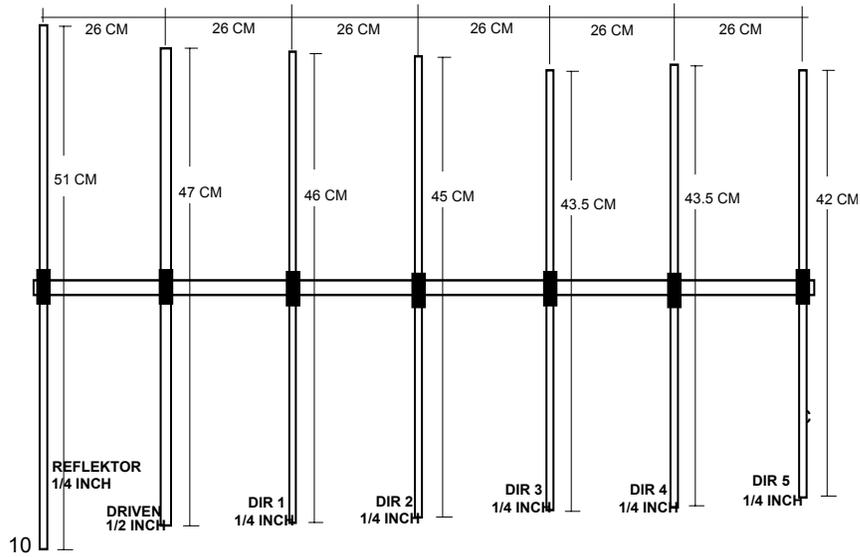
Antena Yagi untuk band VHF 2 meteran biasanya elemennya dibuat lebih banyak untuk mendapatkan gain yang memuaskan penggunanya. Walaupun disadari bahwa penambahan director makin banyak makin memberikan tambahan gain yang makin kecil, akan tetapi karena wujud fisik antena tersebut kecil dan ringan, maka penambahan elemen yang banyak tidak mempunyai dampak buruk bagi ketahanan boom dan ketahanan terhadap tiupan angin serta jumlah bahan yang dipakai.

Seperti halnya dengan antena Yagi untuk HF, maka driven element dapat berupa dipole, akan tetapi kebanyakan menggunakan gamma matching device. Untuk band 2 meteran, dimensi gamma matching device dibuat lebih kecil, seperti terlihat pada gambar 5. Sedangkan bahan untuk elemen dapat digunakan tubing aluminium dari 1/4 inch dan tidak perlu dibuat teleskopik.

Untuk VHF 2 meteran, konfigurasi elemen-elemen dibuat tegak untuk mendapatkan polarisasi vertikal. Yang perlu diperhatikan disini adalah feeder line harus diatur sedemikian sehingga tegak lurus dengan arah bentangan elemen. Feeder line dapat ditarik kearah belakang mengikuti boom atau dapat juga ditarik tegak lurus dengan boom dan tegak lurus pula dengan bentangan elemen.

Gambar 8 adalah suatu contoh antena Yagi untuk VHF 2 meter dengan 7 elemen, terdiri atas driven element, reflektor dan 5 buah director.

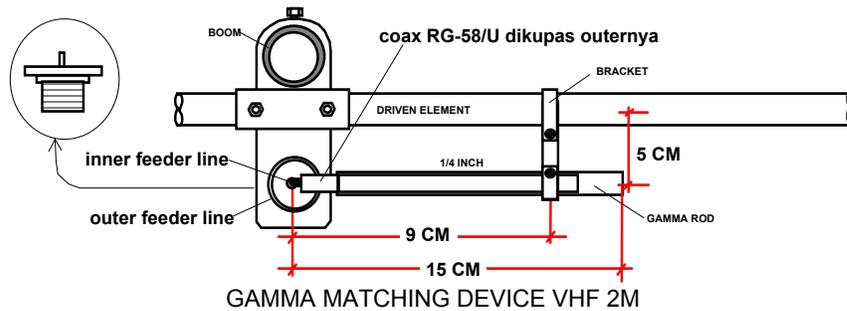
Selanjutnya rekan-rekan amatir bisa mengadakan modifikasi mengenai spacing dari masing-masing elemen serta panjang masing-masing directornya untuk memperoleh performance yang paling bagus. Disarankan bahwa setiap kita mengadakan modifikasi, maka spesifikasi yang lama janganlah dibuang tetapi dicatat, sehingga misalnya hasil modifikasinya kurang memuaskan, kita masih dapat kembali pada spesifikasi terdahulu.



ANTENA YAGI 2 METERAN
Gambar 8

Apabila kita perhatikan antena-antena buatan pabrik maka panjang serta spacing elemen-elemen beragam. Dengan mempelajari antena-antena buatan pabrik tersebut rekan-rekan amatir radio bisa mendapatkan inspirasi untuk membuat modifikasi sehingga dicapai performance yang lebih baik.

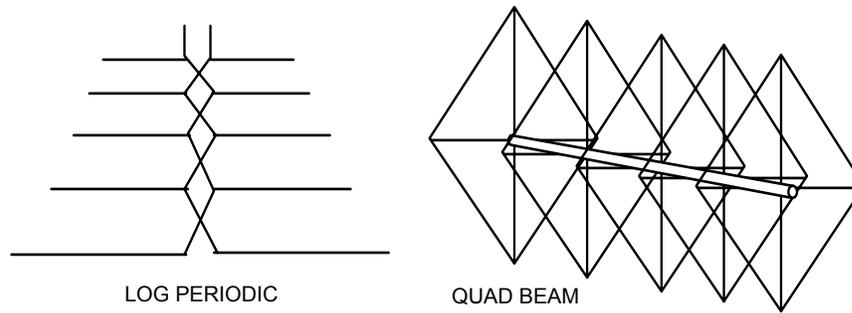
Untuk pembuatan matching device, berikut ini diberikan contoh pembuatan gamma match untuk VHF 2M yang cocok digunakan pada antena seperti terdapat pada contoh pada gambar 8 di atas. Gambar 8 hanyalah sekedar memberikan contoh salah satu cara membuat gamma matching device, rekan-rekan amatir radio diharapkan dapat mengadakan modifikasi sehingga dapat ditemukan device yang lebih bagus lagi.



GAMMA MATCHING DEVICE VHF 2M
Gambar 9

Matching dilakukan dengan mengatur gamma rod dan bracket sehingga didapatkan SWR yang baik. Menggerakkan bracket berarti mengatur induktansi dan menggerakkan rod berarti mengatur kapasitansi. Antara gamma rod dan inner coaxial membentuk suatu kondensator, nilai kapasitansinya ditentukan oleh panjang coaxial cable dalam gamma rod.

Selain antena Yagi yang telah banyak dibahas disini, beberapa jenis antena pengarah yang lain banyak juga digemari, misalnya antena Quad Beam, Log Periodic dan sebagainya.



Gambar 10

Jakarta, Mei 1998.