

ANTENA YAGI

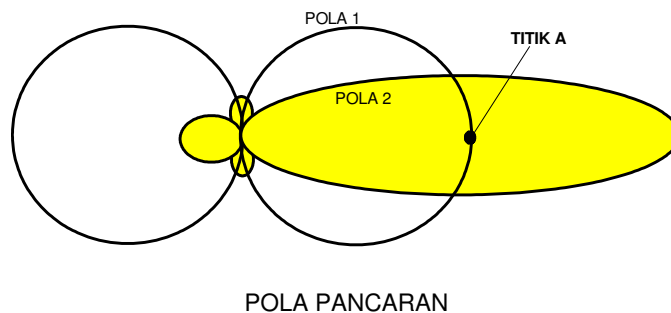
Oleh : Sunarto - YBØUSJ

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.



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)

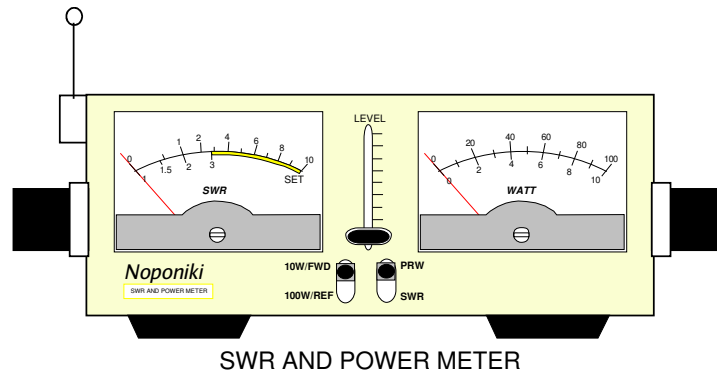
Sebelum melangkah lebih jauh, kita akan mencoba memberi gambaran mengenai standing wave ratio. SWR ini harus diamati ada waktu kita memasang antenna untuk mendapatkan hasil yang baik dan menjaga awetnya perangkat transceiver.

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.

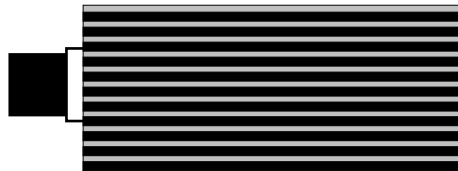


Gambar 2

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.

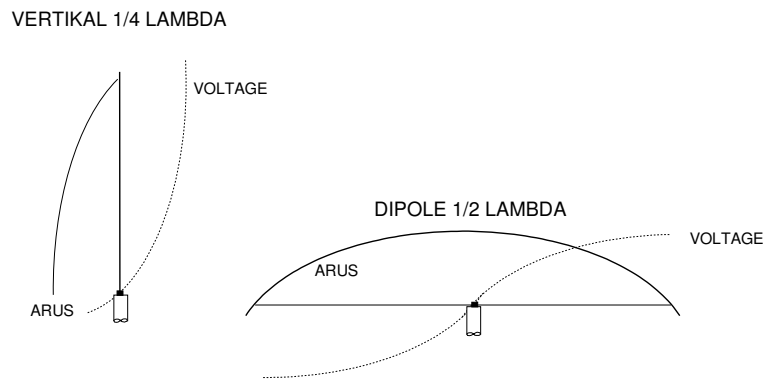


DUMMY LOAD

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.



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.

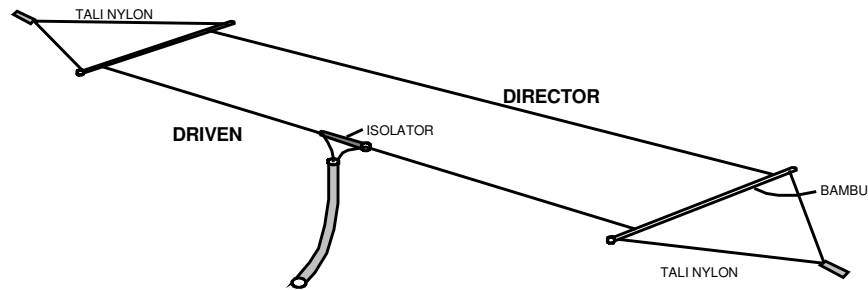
Director $137 / f$ (dalam MHz) meter.

Spacing $36.6 / f$ (dalam MHz) meter

Elemen antena 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 antena 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.

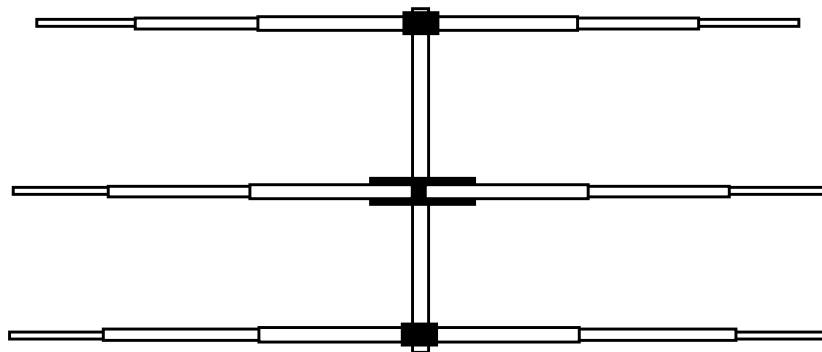


ANTENA YAGI DUA ELEMEN KAWAT (80 METER)

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 antenna 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 antenna tergantung pada spacing antar elemen atau dapat dikatakan panjang boomnya. Dengan panjang boom 0.45λ antenna 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 antenna dengan 3 elemen dapat dipandang merupakan jumlah elemen yang paling optimal. Tambahan jumlah elemen berikutnya makin tidak memberikan angka yang berarti.

Untuk antenna Yagi empat elemen, perhitungan panjang elemen serta spacingnya dapat menggunakan tabel sebagai berikut :

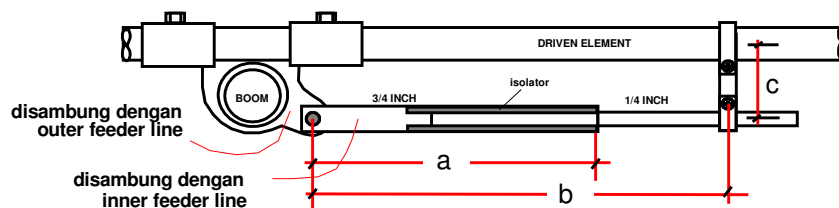
Reflektor elemen	$153 / f$ (dalam MHz) meter.
Driven elemen	$144 / f$ (dalam MHz) meter.
Director 1	$137 / f$ (dalam MHz) meter.
Director 2	$135 / f$ (dalam MHz) meter.
Spacing	$36.6 / f$ (dalam MHz) meter

Perlu diperhatikan sekali lagi bahwa diameter tubing, panjang masing bagian elemen, serta ketinggian antenna 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 antenna 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

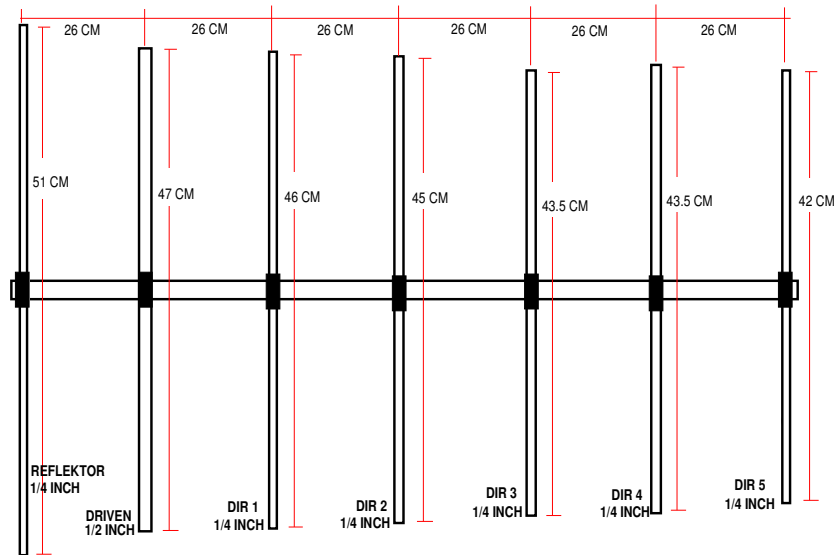
Antena Yagi untuk band VHF 2 meteran biasanya elemennya dibuat lebih banyak untuk mendapatkan gain yang memuaskan penggunaanya. Walaupun disadari bahwa penambahan director makin banyak makin memberikan tambahan gain yang makin kecil, akan tetapi karena wujud fisik antena tersebut kecil dan ringan, maka 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 ¼ 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.

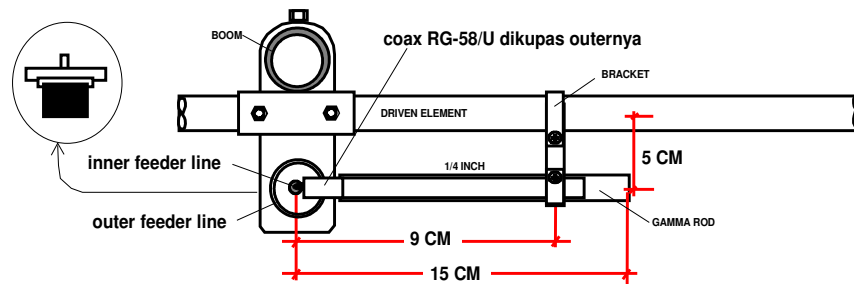


ANTENA YAGI 2 METERAN

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.

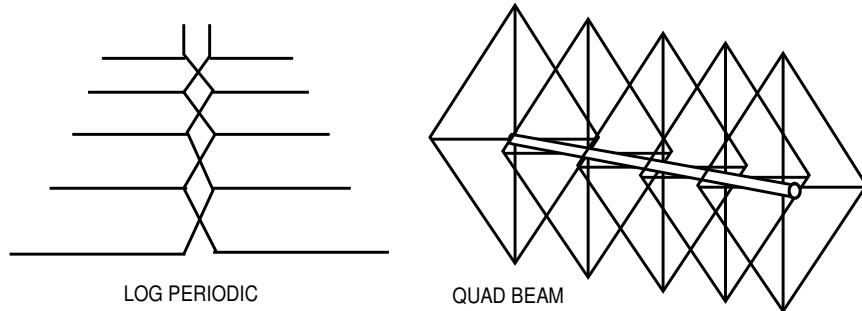


GAMMA MATCHING DEVICE VHF 2M

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.