

ANTENA

DIPOLE DAN MONOPOLE

Oleh : Sunarto - YB0USJ

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 stasiun lawan bicara, kita berusaha menaikkan power dengan tanpa memperhatikan faktor-faktor lain tersebut di atas. Memang usaha memperbesar 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 λ akan beresonansi dengan baik bila ada gelombang radio yang menyentuh permukaannya. Jadi bila pada ujung coax bagian inner kita sambung dengan logam sepanjang $\lambda/2$ 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 $\lambda/2$ lagi, menjadi antena dengan dua pole dan disebut **dipole** (*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 (?) adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang selama satu kali getar.



SATU LAMBDA
Gambar 4

Sehingga panjang satu Lambda adalah :

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

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

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

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 :

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

$$? = \frac{75}{f} \times 0.95 \dots\dots\dots \text{rumus 2)}$$

dimana ? 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 antenna 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 antenna dipole maka polarisasinya searah dengan panjang bentangnya, bila antenna tersebut dipasang horizontal, maka polarisasinya horizontal pula.

Agar dapat menerima gelombang radio secara baik, maka antenna 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 antenna 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 antenna pesawat lawan bicara masih tetap vertikal. Sedangkan pesawat 2 meteran banyak dipasang pada mobil dan antenna 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 antena adalah bahwa kekuatan pancaran ke berbagai arah cenderung tidak sama. Pancaran gelombang radio oleh antena vertikal mempunyai kekuatan yang sama ke segala arah mata angin, pancaran semacam ini dinamakan **omni-directional**. Pada antena 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 antena dipole (antena 1), apabila ada antena lain (antena 2) yang mempunyai pola radiasi seperti pada pola 2, maka titik A akan menerima signal lebih kuat daripada pancaran antena 1, dikatakan bahwa antena 2 mempunyai GAIN. Gain dinyatakan dengan dB, sebagai pembandingan untuk menentukan besarnya gain adalah dipole.

KONFIGURASI ANTENA DIPOLE

Berbagai macam cara untuk memasang antena tergantung dari tersedianya space yang dapat digunakan untuk memasangnya. Antena 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 berentuk 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, perpendek 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

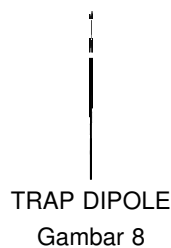
sejajar dengan kawat telepon atau kawat listrik dengan jarak kurang dari lima meter akan dapat menimbulkan gangguan pada pesawat telepon, televisi dan perangkat audio lainnya.

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.



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 antena 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 ferkuensi 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. Antenna disambungkan pada inner dari coaxial cable, sedangkan outer dari coaxial cable di-ground. Antenna ni 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 λ 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 konfigurasinya 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 antenna 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 λ 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 λ , 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).

Jakarta, Mei 1998.