

ANTENNA, the THING a Ham can't life without ...

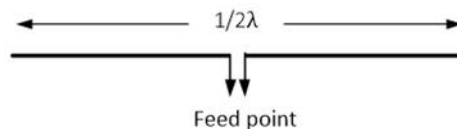
bam yb1ko

Tidaklah berlebihan ungkapan yang dijadikan "judul" tulisan (atau tema paparan) ini: Antena adalah SESUATU yang tanpanya seorang Amatir (*apalagi yang pakai èmbèl-èmbèl SEJATI*) tidak akan bisa hidup (normal, tentunya menurut standard yang berlaku di lingkungan penggiat Radio Amatir umumnya).

Memang demikianlah kenyataan yang dijumpai dalam kehidupan amatir radio sehari-hari. Secanggih apapun XCVR/Tranceiver ataupun RX (apa yang dari jenis General Coverage Receiver ataupun CR/Communication Receiver yang didesain khusus untuk aplikasi militer maupun para SWL/ShortWave Listeners) termasuk aksesoris dan alat-alat *penunjangnya*, kinerjanya tidak akan dapat dibuktikan (apakah sesuai dengan Specsheet yang tercantum di brosur atau buku manual) kalau perangkat-perangkat tersebut dioperasikan TANPA adanya Antena yang memadai (misalnya cuma sekedar *random length antenna* atau kawat "sak ler" yang diklèwèrin begitu aja dari terminal output Rig dan dicantolin ke cabang pohon jambu kluthuk di depan jendela *hamshack*)

Kembali dalam kehidupan sehari-hari seorang Amatir Radio, entah karena baca literatur, hasil browsing atau karena dengar cerita antar teman, kebanyakan rekan amatir yang bekerja (terutama) di band HF akan memilih antena **DIPOLE** sebagai antena PERTAMA yang akan dinaikkannya.

Mengacu kepada (ukuran) panjangnya, sebutan Dipole biasanya selalu dikaitkan dengan ukuran KAWAT (sebagai elemen antena) sepanjang $1/2\lambda$ (baca: setengah Lambda, atau biasa juga ditulis sebagai $1/2wl$ ($wl = wave\ length = \text{panjang gelombang}$), yang biasanya digambarkan seperti pada gambar berikut:.



Ukuran $1/2\lambda$ dijadikan pathokan karena ukuran ini merupakan *ukuran terpendek* bagi sebuah antena untuk bisa *resonant* (kondisi ideal dimana frekuensi kerja antena = frekuensi pemancar/penerima) pada frekuensi yang dikehendaki pembuat atau perakitnya.

Untuk band-band di atas (hi-bands: 20, 15, 10m dan WARC bands 30, 17 dan 12m) kawat sebagai elemen antena biasanya diganti dengan tubing/pipa aluminium, supaya antena tidak harus *dibentang* di antara 2-3 tiang (cukup 1 tiang saja) dan bisa diputar-putar (*rotatable*) untuk diarahkan/di-*beam* ke arah tertentu.

Antena $1/2\lambda$ disebut juga antena HERTZ, menuruti nama **Heinrich Rudolf Hertz** (1857–1894), pakar fisika Jerman yang menjadi ilmuwan pertama yang berhasil membuktikan adanya/eksistensi gelombang elektro magnetik (tentunya termasuk juga gelombang radio).

Juga disebut antena ZEPP, menuruti nama Baron **Ferdinand von Zeppelin** (1838 –1917), seorang bangsawan Jerman yang sempat berkarir di dunia militer dengan pangkat terakhir sebagai Letnan Jendral (1890). Lepas dari karir militer von Zeppelin tertarik kepada dunia penerbangan yang membawanya jadi penggagas serta pendiri pabrik kapal terbang *Luftschiffbau-Zeppelin*, yang pada tanggal 2 July 1900 membawa Zeppelin terbang dengan balon LZ-1 di atas Danau Constance dekat Friedrichshafen di Jerman Selatan.

Perlu "jatuh-bangun" secara finansial dan bisnis selama beberapa tahun sejak penerbangan LZ-1 yang cuma 20 menit itu, tapi akhirnya sampai tahun 1914 DELAG/*Deutsche Luftschiffahrtsgesellschaft* (asosiasi penerbangan Jerman) telah berhasil "menerbangkan" 37.250 penumpang dalam lebih dari 1,600 "sortie" penerbangan TANPA ada kecelakaan apapun (ZERO accident/ZERO defect), suatu prestasi tersendiri pada era-era awal dunia penerbangan itu.

MUNGKIN (karena tak ditemukan bukti autentik di literatur) von Zeppelin (atau pilotnya) ada yang pernah membawa kawat sepanjang $1/2\lambda$ ini untuk ber-aeronautical mobile dengan di-klèwèrin saja dari bawah/belakang balonnya.

Antena jenis ini bisa diumpan sinyal dari TX pada titik umpan (*feed point*) yang terletak di salah satu ujung (= *end fed*) melalui saluran transmisi (saltran) berupa *open wire* (yang bersifat *balance* dengan impedansi tinggi); atau di tengah-tengah bentangan antena (= *center fed*) lewat kabel *coax* (yang bersifat *unbalance* dengan impedansi rendah, sekitaran 50-75 ohm).

BTW, sebuah center fed Dipole yang dibuat asal potong saja dan TIDAK DINIATKAN UNTUK RESONAN di frekuensi tertentu pada band tertentu disebut juga sebagai antena **DOUBLET**.

*Sementara itu, masih suka terdengar lewat obrolan-antar-amatir di udara, atau beredar secara tertulis pada posting di medsos, artikel atau tulisan rekan, atau bahkan juklak sebuah kontes(!) sebutan **OPEN Dipole**, SESUATU yang **nggak pernah bisa ditelusuri rujukan ataupun asal usulnya**. (logikanya kan lalu harus ada yang namanya **CLOSED Dipole**, pada hal kedua istilah ini resminya **nggak pernah tercantum di literatur manapun !!!**) Jadi, sesudah baca orèk-orèkan ini JANGAN sekali-kali pakai istilah yang salah kaprèt ini donk ya !?!*

Menghitung ukuran Dipole $1/2\lambda$

Kalau di SMP/SLTP dulu diajarkan rumus untuk menghitung panjang gelombang (*wave length*) yang $L=300/f$ (dimana L = panjang gelombang dalam meter dan f = frekuensi dalam MHz), maka *pantas-pantasnya* untuk menghitung panjang antenna $1/2\lambda$ tentunya cukup dengan membagi 2 ($= 1/2$) saja rumus tersebut menjadi $L = 150/f$. Namun dalam kehidupan sehari-hari ternyata *rumus pantas-pantasnya* tersebut TIDAK UMUM dipakai karena adanya pengaruh beberapa faktor, a.l. :

1. Faktor K , yaitu ratio antara panjang dan diameter kawat, kabel atau pipa yang dipakai sebagai elemen antenna.
2. Faktor *end-effect*, berupa tambahan nilai kapasitans (berupa *capasitive loading*) pada struktur antenna, seperti yang didapati pada ujung-ujung antenna yang memakai isolator, baik di tengah (*center isolator*) maupun pada kedua ujung (*end isolators*); dari bahan apa isolator dibuat; ikatan/belitan kawat pada isolator, juga salut/selongsong PVC/vynil pada kabel – semua ini akan memberikan *loading effect*, yang akan *menurunkan* panjang elektrik/*electrical length* kawat ($=$ *menaikkan* frekuensi resonannya).

Karenanya sebagai dasar perhitungan antenna $1/2\lambda$ lantas digunakan rumus:

$$L = 143/f$$

dimana L = *panjang antenna* dalam meter dan f = frekuensi dalam MHz

Apakah rumus ini kemudian merupakan HARGA MATI buat memotong kawat atau kabel waktu meracik antenna dipole anda? Kalau ya, terus 'gimana ceritanya kok ada yang jadi uring-uringan karena begitu antenna yang sudah dipotong "pas" sesuai rumus tadi dikèrèk ke posisinya, begitu diumpan sinyal kok SWR-nya jadi 'ngejeplak ke angka merah?

Pertama mesti diingat bahwa rumus tersebut hanya akan *valid* pada kondisi yang ideal (misalnya di Antenna Farm yang disiapkan untuk bereksperimen dengan berbagai jenis antenna, lab fisika di kampus dan sebagainya), yang tentunya sulit ditemui di kehidupan sehari-hari. Salah satu *kondisi ideal* di urusan per-antenna-an adalah ketinggian feed point yang harus berada pada ketinggian FREE SPACE ($=$ udara BEBAS, sehingga hampir benar-benar terbebas dari pengaruh konduktivitas tanah yang ada di bawahnya), yang diperhitungkan ada pada ketinggian sekitar $1/2\lambda$.

(Nah, tarohlah di low-band HF: 80 dan 40m. Berapa persen dari amatir radio anak negeri yang sanggup 'ngemodalin untuk bikin *mast*/tiang penyangga antenna yang -- kalau dihitung $= 1/2\lambda$ -- paling 'nggak harus setinggi 40 atau 20 mtr itu?)

Ini baru urusan yang berkaitan dengan ketinggian feed point, belum lagi yang 'nyangkut dari bahan apa antenna dibuat. Idealnya sih kawatnya kudu yang *gress* ($=$ baru dibeli [Jw]), yang masih mulus tanpa bercak oksidasi atau karat. Bahan boleh tembaga, boleh stainless steel, boleh tembaga campur nickeline, boleh aluminium (seperti yang jadoel dipakai PLN sebagai penyambung dari tiang di pinggir jalan ke rumah pelanggan), boleh *solid* (kawat tunggal) atau *stranded* (anyaman atau serabut), boleh juga pakai kabel (kawat bersalut, biasanya dilapis vynil ($=$ *vynil insulated wire*) seperti kabel NYA dan NYAF, dan sebagainya.

Tapi sekali lagi -- kaya' juga untuk mast-nya --, berapa persen dari *homebrewer*/pem-biksen (bikin sendiri) antenna kita (kecuali mereka yang memang *mumpuni* dari sisi finansial atau karena bikin untuk dijual) yang sanggup 'ngemodali bahan-bahan ideal macam gitu?

Kebanyakan 'kan lantas sekadar memanfaatkan saja (istilah kerennya *mendaur-ulang*) bekas kawat dinamo, bekas antenna yang lama, sisa kabel aki, atau sisa-sisa kabel telpon era jadoel (di tukang loak konon masih ada yang jual kawat tembaga solid dia. 1-1,2 mm) dan lain-lainnya lagi.

Harap maklum ajahh, bekas polusi atau oksidasi, bekas-bekas solderan atau lapisan enamel yang terkelupas pada kawat dynamo, plastik *vynil* pelapis/penyalut kawat yang terkelupas di sana-sini, belum lagi bekas air (bisa hujan, embun, kondensasi) yang meresap masuk antara kawat dan penyalutnya ... semua ini sedikit banyak akan mengubah *capacitance effect* dan resistansi ($=$ *ohmic resistance*) kawat antenna tersebut yang akan membuat resonant frequency-nya ngegèsèr dari frekwensi yang dikehendaki. Belum lagi kalau ditambah dengan *mismatch* (ketidaklarasan) antara impedansi di feed point dengan impedansi dari transmission line dan output dari perangkat (yang biasanya 50 ohm unbalance), maka lengkaplah sudah unsur-unsur yang diperlukan untuk menjadikan SWR 'ngejeplak, dan bersiap-siaplah untuk jadi kecewa dan uring-uringan!

Nah, pada proses *naikin* antenna 'kan mesti ada proses penalaan atau *tuning* dulu, dimana umumnya lantas dilakukan *trimming* (dipotong dikit-demi-dikit) atau ditambahkan sepotong kawat (pendek saja) sampai didapatkan panjang resonan yang paling PAS bagi sikon setempat dimana antenna mau dinaikin. Pada proses inilah dilakukan koreksi seperlunya untuk mendapatkan penunjukan SWR yang *ideal* ($=$ yang PALING mendekati SWR 1:1)

Cara mudah (dan 'nggak bikin kesal atau uring-uringan) penalaan antenna yang BARU mau dinaikin ...

Misalkan saja yang sudah dirakit dan mau dinaikin adalah sebuah Dipole atau Inverted Vee yang diniatkan untuk resonan di $f = 7,055$ Mhz, yang menurut rumus $L = 143/f$ sudah dipotong dengan ukuran panjang 20,26 mtr yang kemudian dibagi jadi 2 "sayap" sepanjang $2 \times 10,13$ mtr.

1. Naikin antenna dengan feedpoint pada ketinggian 5-6 mtr (supaya mudah kalau saat *tuning* harus menurunkan-naikkan lagi untuk melakukan proses potong-memotong atau menambah kepanjangan kawat antenna). Sambungkan feeder-line ke rig/transceiver (= TRCVR/TRX). Nyalakan rig dan putar dial ke 7,055 MHz. Taruh switch atau pencet tombol Mode di posisi TUNE. Kalau rig tidak dilengkapi dengan mode TUNE ini, pindahkan mode ke posisi CW, tapi turunkan power sampai sekadar bisa “ngegoyang” jarum SWR meter saja (5-10 watt).
2. Aktifkan tombol SEND/TRANSMIT (atau pencet tuas PTT di mike) dan amati penunjukan SWR meter. Jika jarum SWR menunjukkan lebih dari 2:1, putarlah dial VFO cepat- cepat untuk mencari frekuensi yang menunjukkan SWR paling rendah (nggak usah 1:1). Cara lain (yang lebih aman karena nggak usah transmit) adalah dengan mengecilkan RF-Gain, buka/keraskan AF-Gain dan terus putar dial VFO naik/turun sampai didapatkan suara NOISE/derau yang paling keras!
Jika frekuensi tersebut ketemunya di ATAS 7,055 MHz, berarti antenna yang ada sekarang terlalu PENDEK, sebaliknya kalau ditemukan di BAWAH-nya, ya berarti antenanya kelewat PANJANG.
3. Catatlah frekuensi yang baru tersebut (sebut saja f-1) di secarik kertas, misalkan f-1 = 7,125 MHz.
4. Masukkan bilangan L di atas ke dalam rumus kembali, tetapi sekarang pakailah f-1 menggantikan nilai f, sehingga didapat nilai baru sebagai PEMBILANG atau x dalam rumus “baru”: $L = x/f-1$, atau $20.26 = x/7.125$, yang akan mendapatkan $x = 144,4$ sebagai PEMBILANG BARU dalam rumus baru yang sudah DISESUAIKAN tersebut.
5. Ulangi proses perhitungan, kali ini dengan memakai pembilang baru dalam rumus $L_{NEW} = 144,4/f$, yang akan mendapatkan $(144,4/7,055) = 20,47$ mtr sebagai ukuran panjang yang sudah disesuaikan.
6. Hitung pula $(L_{NEW} - L)/2 = (20,47 - 20,26)/2 = 10,5$ cm, yang merupakan ukuran yang harus DITAMBAHKAN pada masing-masing sayap antenna tersebut.
7. Sekarang tinggal sambungkan kawat ukuran 10,5 cm tersebut di masing-masing ujung antenna, tepat SEBELUM ikatan pada isolator. Solder baik-baik dan kuaskan lapisan epoxy atau *silicon seal* pada bekas solderan (atau tutup dengan selotip kelistrikan yang bagus kualitasnya macam 3M/Scotch/Unibell, atau pakai *heathshrink* yang bisa didapat dalam berbagai ukuran) untuk memberikan perlindungan tambahan terhadap pengaruh cuaca pada bekas solderan tersebut.

Proses sebaliknya berlaku jika ukuran antenna kedapatan terlalu panjang, ya ujung sayap-sayapnya harus dipotong (di-*trim*) seperlunya. Usahakan agar penambahan maupun pemotongan TIDAK mengubah posisi ikatan pada isolator, karena ini akan mengubah *capacitance* atau *end effect* yang sudah termasuk dalam perhitungan sebelumnya.

Kalau kondisi setempat mengizinkan (belum keburu hujan atau kadung kelewat sore) ya silahkan antenna dikèrèk kembali, kali ini ke posisi akhir nantinya (tarohlah 11 mtr DPT/dari permukaan tanah) dan sekalian dicoba dipantheni sinyal lagi. Insya Allah, SWR 1:1 sekarang bisa langsung ketemu,... namun kalau sesudah proses ini ternyata SWR masih belum menunjukkan ratio yang layak (<1,5:1), berarti masalahnya BUKAN hanya terletak pada ukuran antenna yang melenceng dari panjang resonan dan ketinggian feedpoint, karena masih ada beberapa faktor lain ... antara lain REACTANCE (dinyatakan dengan jX), yang akan dirinci lebih lanjut di bagian lain tulisan ini ... yang ikut menentukan gampang ‘nggaknya penunjukan SWR ideal itu tercapai.

Dengan demikian dari awal harus disadari bahwa RUMUS tadi hendaklah dianggap sekadar sebagai ancar-ancar atau patokan awal dalam memotong kawat atau kabel, yang logikanya lebih baik (sedikit) kepanjangan ketimbang nantinya kependekan.

BTW, di era sekarang (taruhlah sejak 1-2 dasawarsa terakhir ini) proses penalaan macam ini sudah bisa dipermudah dan dipercepat dengan menggunakan ANTENNA ANALYZER yang bisa didapat (walaupun masih relatif MAHAL) dari beberapa sumber (baik lokal maupun dari luar, seperti E-30 produk OM Didi YB3DD/SK, MFJ-259 dari Whiskeyland dsb.).

Kalau malas ‘nelusuri satu-satu untuk ‘nyari biang kerok permasalahan padahal sudah ngebet banget mau transmit, ya selakan saja ANTENA TUNER (seperti Z-matcher di gambar berikut) di antara Transceiver dan saltran/feederline anda.



Z-Matcher, ATU/matching unit sederhana rakitan yb0ko/1 (awal 2000-an, foto kiri) dan yb1ko (2017, foto kanan).

ANTENNA PROPERTIES

Di negeri ini, kata “*property*” kadang-kadang selalu dikaitkan dengan urusan real-estate, kompleks perumahan atau per-kantoran, ruko atau rukan, kapling-mentah atau kapling-siap bangun, flat apa apartemen atau condo ... serta berbagai urusan hunian dan perkaplingan lainnya.

Di urusan per-antena-an, terminologi “*property*” lebih terkait dengan sifat, ciri atau karakter khusus, yang “melekat” (*inherent*) sebagai bagian yang tidak dapat dipisahkan dan seolah jadi “milik” (karenanya dipakai istilah “*property*”) dari sebuah antena.

Dengan mengetahui dan memahami properties-nya, akan dapat *diperkirakan* kinerja seperti apa yang bisa diharapkan dari sebuah antena pada berbagai sikon (situasi dan kondisi) lokasi pemasangan/instalasinya yang berbeda-beda.

The BASIC PROPERTIES

Dalam perbincangan per-antena-an sehari-hari akan selalu dijumpai beberapa istilah atau terminologi yang merupakan *property* dasar sebuah antena, yaitu Polarisasi/*polarization*, Sudut pancaran/*elevation angle*, arah pancaran/*directivity*, Pola Radiasi/*radiation pattern* dan sebagainya, yang akan diulas satu-per-satu berikut ini:

Polarisasi/*polarization*

Istilah “Polarisasi” sebuah antena merujuk kepada orientasi dari bidang elektrik (= *E-plane*) sinyal radio yang “lewat” antena tersebut terhadap permukaan tanah/Bumi, yang ditentukan oleh posisi bentangan fisik antena (bentangan kawat atau tubing yang *radiate* atau memancarkan sinyal) yang berupa *radiating* (= *to radiate* = memancarkan) *element* dan orientasinya terhadap tanah.

Kalau elemen antena terbentang sejajar dengan permukaan tanah maka antena tersebut akan memancarkan secara horizontal (*radiates horizontally*) atau dikatakan polarisasinya HORizontally polarized), demikian juga sebaliknya kalau bentangannya tegak (walaupun ‘nggak selalu harus tegak lurus jejeg 90°) terhadap permukaan tanah maka disebut polarisasinya VERTically polarized. Kalau bentangannya miring (*sloping/slanting*) seperti pada Dipole yang direntang miring (= *Sloping Dipole* atau *Sloper*) atau pada sayap tegak sebuah Delta-loop (atau Inverted Delta-loop), maka gelombang elektromagnetik yang dipancarkan akan mengandung kedua komponen polarisasi tersebut (yang menjadikan *plus point* kedua rancangan antena tersebut, yang bisa digunakan untuk QSO dengan cakupan jarak dekat dengan polarisasi HOR-nya, dan untuk DX-ing dengan polarisasi VERT-nya).

BTW, antena Loop sepanjang 1λ (yang bisa dirakit dalam berbagai bentuk seperti Delta atau Inv'd Delta, Square, Diamond dan sebagainya) bisa diakali untuk berpolarisasi VERT (dengan menaruh feedpoint di salah satu titik dengan *current maxima* -- lihat penjelasannya di bagian lain tulisan ini -- pada sisi/sayap vertikal), atau HOR (pada sisi horizontalnya).

Di rentang band VHF dan UHF dikenal juga polarisasi *circular*, yang dihasilkan beberapa jenis rancangan antena Helical, dengan lilitan yang relatif jauh lebih jarang-jarang ketimbang lilitan sejenis untuk rentang band HF yang biasanya dililit rapat-rapat (*close wound*).

Untuk komunikasi dengan *ground-wave* (gelombang elektromagnetik yang merambat sepanjang atau diatas permukaan tanah) yang mengikuti LOS/*line-of-sight* (menuruti garis-pandang-langsung) di band VHF dan UHF, antena di sisi TX/pemancar dan RX/penerima HARUS berpolarisasi sama, karena *cross-polarization* (polarisasi silang: VERT ke HOR dan sebaliknya) dapat mengakibatkan *losses* sampai 3 dB, yang merupakan kehilangan yang sangat berarti dalam komunikasi di band-band “atas” ini.

Di band HF, dimana QSO umumnya dilakukan lewat *sky-wave* atau *ionospheric propagation* (sinyal di”tembak”kan ke lapisan ionosfir untuk kemudian direfraksikan/dipantulkan kembali ke bumi) ketentuan ini tidak berlaku, karena sepanjang “perjalanan”-nya dari satu titik (dari mana gelombang elektro-magnetik dipancarkan) sampai titik lain (*receiving end* atau sisi penerima) gelombang radio tersebut mungkin saja terlipat (*bent*) atau melintir (*twisted*) sedemikian rupa sehingga saat ‘nyampé di ujung sono polarisasinya bisa HOR, bisa VERT ataupun berupa kombinasi antara keduanya.

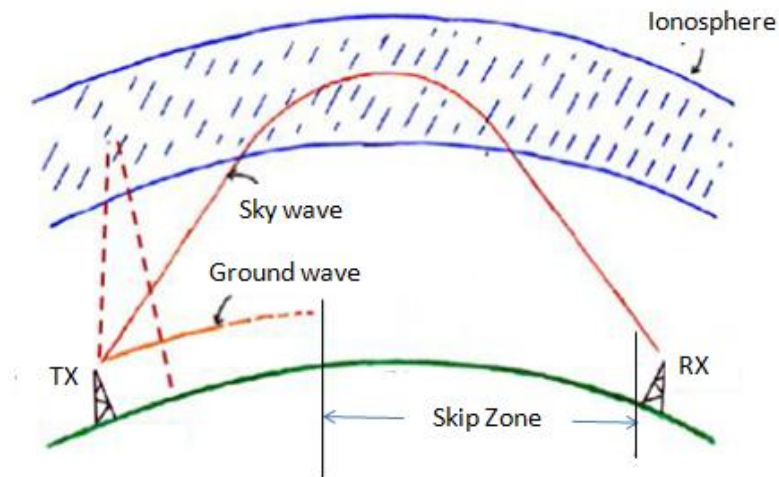
Sudut pancaran (*elevation/take off angle*)

Seperti disebut di atas, untuk DX-ing sudut pancaran-lah yang lebih menentukan berhasil tidaknya sebuah QSO ketimbang komponen properties lainnya, karena pada pancaran *sky-wave* bertambah rendah atau kecil sudut pancarannya, bertambah jauh pula titik jatuhnya sinyal sesudah dipantulkan di ionosphere, yang secara sederhana digambarkan di halaman berikut.

Pada gambar terlihat bagaimana sinyal yang “berangkat” (*take off*) dengan sudut pancar lebih kecil dapat menjangkau jarak yang relatif lebih jauh ketimbang sinyal yang berangkat dengan sudut pancar lebih besar.

Untuk mendapatkan sudut pancaran yang rendah (*low angle radiation*), Dipole dan variannya mesti dipasang dengan posisi feedpoint yang setinggi mungkin -- makin tinggi makin baik -- sampai mendekati ketinggian FREE SPACE seperti yang sudah disebut di depan.

Ketinggian antara 13 – 20 mtr dianggap sebagai ketinggian minimal untuk mendapatkan low angle radiation yang efektif (sekitar 15-20°) untuk nge-DX di high band HF (20m ke atas), sedangkan di 80 dan 40m-- walaupun juga tergantung pada Power output dan propagasi pada saat itu -- ketinggian segitu (dengan take off angle sekitar 40-65°) sekedar “timbang pas” untuk komunikasi jarak dekat atau sedang sampai sekitar 1.500-an Km.



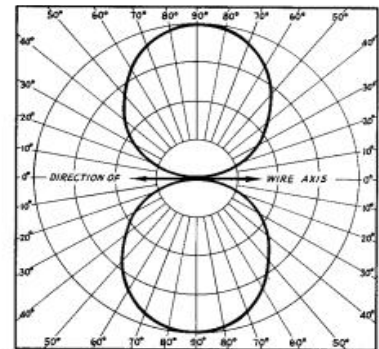
----- Pancaran dengan HIGH T/O angle, _____ Pancaran dengan LOW T/O angle

Karenanya, bisa disebutkan pertimbangan utama dalam memilih rancangan antenna yang cocok buat 'nge-DX adalah *elevation angle* (sudut pancaran)-nya, ketimbang melihatnya dari sisi polarisasinya. Dengan kata lain, para DX-ers memilih antenna vertikal BUKAN karena polarisasinya yang VERT, melainkan lebih ke pertimbangan sudut pancarannya yang lebih kecil/rendah dibanding dengan berjenis antenna horizontal.

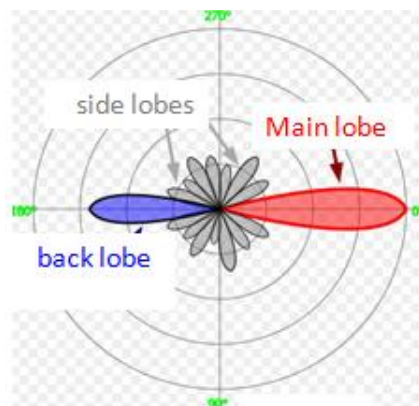
Pola Radiasi (*radiaton pattern*) & Arah pancaran (*directivity*)

Antena Dipole memancarkan sinyal ke dua arah yang tegak lurus terhadap bentangan antenna, sehingga disebutkan pola pancarannya-- yang kalau dilihat dari atas -- terlihat seolah membentuk angka 8 terhadap bentangan antenna, seperti yang digambarkan di sebelah ...

Gambar "tipikal" pola radiasi sebuah antenna Half-wave ($1/2\lambda$), dengan 2 buah "Lobes" yang tegak lurus terhadap bentangan antenna.



Pada kondisi ideal, maka pola pancaran sebuah dipole adalah seperti yang terlihat berbentuk angka 8 yang benar-benar bulat dan "montok" (lihat gambar), yang sebenarnya jarang bisa dijumpai pada praktek sehari-hari, karena adanya pengaruh dari kondisi di sekeliling (a.l. ketinggian feedpoint, adanya benda-benda konduktip di bawah instalasi, *mismatch*, *non-resonant*, adanya *common mode current* dsb.), ataupun karena memang di-SENGAJA (misalnya dengan diberikan REFlector & DIRector, sehingga arah pancaran (*directivity*)-nya menjadi lebih "tajam" mengarah ke arah depan.



Pada gambar terlihat bagaimana kedua lobes yang semula nyaris benar-benar bulat itu berubah bentuk jadi lonjong/ellips ke arah depan (*main lobe*) dan belakang (*back lobe*), dengan "cipratan" radiasi berbentuk *side lobes* kearah-arah samping.

Kecenderungan untuk memancar lebih terarah ke satu jurusan tertentu ketimbang ke arah lain inilah yang lantas disebut **directivity** (= faktor pengarahan) dari sebuah antena.

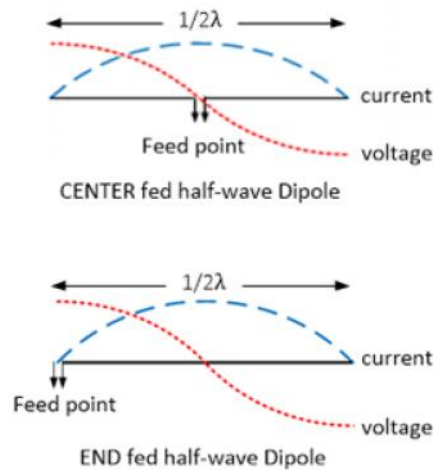
Kalau efek pengarahan ini bisa dipertajam, dikonsentrasikan atau difokuskan ke arah DEPAN (= *front*) saja (misalnya dengan menambahkan beberapa buah DIRECTORS) yang sekaligus mengurangi intensitas pancaran ke arah lain -- terutama ke arah belakang (= *back*)-- maka *Power GAIN* ke arah depan (= *Forward Gain*) akan bertambah besar juga. Perbandingan (*ratio*) antara intensitas pancaran ke arah depan dan belakang inilah yang kemudian dikenal dengan *F/B* (= *Front-to-back*) *ratio*; bertambah tinggi angka *F/B* *ratio* bertambah besar pula angka *Forward Gain* yang didapatkan.

Disamping *the basic properties* yang diwedat di depan, ada beberapa *glossary* (*kumpulan terminologi*) terkait *properties* lainnya yang harus dipahami oleh mereka yang memang 'pingin' nyebur lebih dalam dengan segala tètèk-bengèk per-antena-an ini, yaitu *Distribusi Arus & Tegangan/Current & Voltage Distribution*, *Impedansi* (terutama *Impedansi di Feedpoint*) dan *Efficiency*.

Distribusi Arus & Tegangan/Current & Voltage Distribution

Kalau *Power* dari TX — yang berupa arus RF — sudah disalurkan ke antena, maka bisa diamati bagaimana pembagian arus dan tegangan pada setiap titik di sepanjang elemen antena tersebut.

Arus/CURRENT selalu minimum (BUKAN nol) pada kedua ujung antena (titik-titik *current node*) karena arus TIDAK PERNAH mencapai nilai benar-benar NOL pada ujung-ujung antena karena adanya *end effect* yang disebutkan di depan (= adanya *capacitive effect* yang dihasilkan oleh adanya isolator, ikatan ujung-ujung antena pada isolator, kedekatan ujung elemen dengan kawat perentang ke tiang/mast dan sebagainya).



Seperti terlihat pada gambar, pada Antena Dipole $1/2\lambda$ titik dengan *current maxima* atau *current loop* terdapat di tengah-tengah bentangan kawat, yang merupakan titik dengan *low impedance* (< 100 ohm atau sekitar 40 – 80 ohm), sehingga Center Fed Half wave Dipole bisa diumpan dengan kabel coax 50-70 ohm).

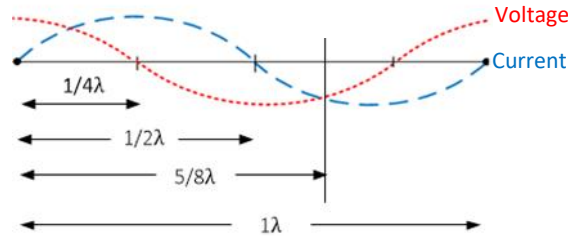
Hal sebaliknya berlaku bagi tegangan/VOLTAGE; pada antena Dipole $1/2\lambda$ di kedua ujung antena terdapat *voltage loop/maxima*, dan titik dengan *voltage node* terdapat di tengah-tengah bentangan kawat. Dengan demikian, pada EFHW/End Fed Half wave Dipole dengan titik umpan pada titik *voltage loop* dengan *high impedance* (sekitar 2-3000 Ohm), pengumpanan dilakukan lewat *balanced line/open wire* yang berimpedansi ratusan ohm atau melalui unit penjodoh (*matching transformer*) yang dirancang khusus untuk menjodohkan impedansi tinggi di Feedpoint dengan impedansi rendah (50 – 70 ohm) pada saltran/feeder line ke XCVR.

Pada titik *voltage node* tegangan juga TIDAK PERNAH mencapai nilai nol karena adanya RESISTANSI (= resistance = penolakan/ditahan) pada titik tersebut, yang terdiri dari *OHMIC resistance* dari logam (tembaga, aluminium dll.) bahan pembuatan kawat atau tubing elemen antena, dan *RADIATION resistance* dari antenanya sendiri (= feedpoint impedance, yang dinyatakan dalam satuan *ohm*). Pada rentang band HF, nilai ohmic resistance ini dianggap relatif kecil dibandingkan dengan radiation resistance, sehingga bisa diabaikan saja.

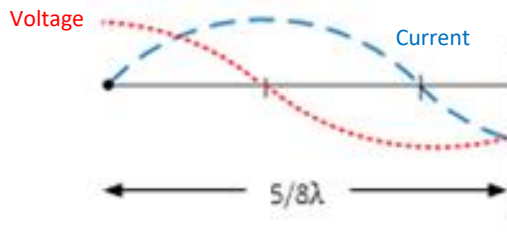
Merangkum paragraf di atas dapat disimpulkan bahwa pada Antena Dipole $1/2\lambda$:

1. Di tengah bentangan kawat terdapat **current maxima** dengan **low impedance**, sedangkan di ujung-ujung bentangan antena didapati titik-titik **voltage maxima** dengan **high impedance**.
2. Karena titik dengan *current maxima* adalah titik yang paling optimum memancarkan/*radiating* sinyal ke udara, pada instalasinya usahakan titik umpan (= *feedpoint*) ini berada pada posisi yang paling tinggi dan paling bebas dari hal-hal yang dapat menghalangi radiasi yang paling optimum/maksimal.

Pola Current & Voltage Distribution pada antenna $1/2\lambda$ ini penting sekali untuk dipahami baik-baik karena pola ini berlaku juga pada antenna apapun yang panjangnya berupa kelipatan (baik ganjil maupun genap) dari ukuran $1/2\lambda$. Dari hasil "pembacaan" pola Current & Voltage Distribution tersebut dapat ditentukan titik pengumpanan (feedpoint) yang cocok (apakah pengumpanan dilakukan pada titik dengan low atau high impedance), penyalur transmisi/saltran/feederline yang mau dipakai (apakah mau memakai kabel coax atau open wire/balanced lines), dan kalau perlu matching unit macam mana yang harus disiapkan (apakah mau berupa rangkaian LC yang diserie atau diparalel), termasuk kalau misalnya harus disiapkan juga ATU/antenna tuning unit yang sesuai bagi konfigurasi antenna tersebut.



Pola distribusi arus dan tegangan pada berbagai ukuran panjang antenna bisa dilihat pada gambar di atas. Kalau diperlukan untuk ukuran panjang yang lain (misalnya untuk panjang antenna harmonic, antenna long wire, off-center fed antenna dan sebagainya) tentunya bisa dilakukan dengan mengulang saja gambar di atas sampai tergambar ukuran panjang yang dicari, seperti pada contoh pada gambar berikutnya ... yang meng-close up distribusi arus pada antenna sepanjang $5/8\lambda$ (yang = $1/2 + 1/8\lambda$).



Bisa dilihat bahwa dimanapun feedpoint diletakkan (pangkal, tengah maupun ujung) akan ditemukan titik-titik dengan voltage maxima di situ (= berimpedansi tinggi), sehingga dalam hal digunakan saltran kabel coaxial maka perlu di-sela-kan matching-transformer/penjodoh impedansi yang dapat menurunkan impedansi tinggi (di feedpoint dengan impedansi 50 ohm dari saltran-nya).

IMPEDANSI

Impedansi di titik sebarang pada elemen antenna ditentukan oleh ratio antara voltage dan current di titik tersebut, yang sesuai Hukum Ohm:

$$R = E/I$$

dimana R = impedansi (dalam satuan ohm); E = voltage; I = current

Taruhlah pada satu titik ada RF dengan tegangan 100 V dan arus 1.4 A dengan fasa yang sama, maka impedansi di titik tersebut adalah = Voltage/current = $100/1.4 = \pm 71$ ohm.

Impedansi dinyatakan dengan satuan ohm, sehingga kita selalu mendengar ungkapan: Impedansi pada feedpoint sebuah Dipole $1/2\lambda$ yang berada diketinggian free-space = +/- 70 ohm. Kalau ketinggian posisi feedpoint turun sampai sekitar $1/4 - 1/8\lambda$ dari permukaan tanah, maka impedansinya akan turun pula sampai sekitar 40-50 ohm-an, sehingga bisa di feed langsung dengan kabel coax jenis RG-58 atau RG-8 (atau jenis-jenis kabel coax lain) yang berimpedansi 50 ohm.

Lantas pertanyaannya: dengan apa & bagaimana impedansi antenna tersebut diukur atau ditentukan?

Buat pemerhati dan praktisi per-antena-an yang berkantong tebal, di pasaran ada dijual berbagai merek dan type Antenna Analyzer, misalnya MFJ-259, AEA Antenna Analyst™, Autek Research RF-1, TTE E-30 dan sebagainya ... yang tinggal main switch ceklak-ceklèk atau kleg-kleg-kleg langsung bisa ketahuan apa yang dicari.

Trus buat yang seneng cethak-cethèk di muka PC, ada bermacam program atau software simulasi antenna, macam ELNEC atau EZNEC (berbagai versi, dari Roy Lewallen W7EL, bisa didownload dari situs ARRL), YAGIMAX (dari Lew Gordon, K4VX), atau yang paling gampang (didapatnya) yaitu MANNA dari JE3HHT yang bisa di download gratisan dari [http:// mmhamsoft.ham---radio.ch/mmana/](http://mmhamsoft.ham---radio.ch/mmana/)

Buat yang cekak-di-modal, sebelum langsung terjun mencari jawaban pertanyaan di atas, kaya'nya mesti diresapi dulu (supaya nanti 'nggak salah persepsi & buntutnya salah 'narik kesimpulan) apakah yang dimaksud dengan IMPEDANSI tersebut?

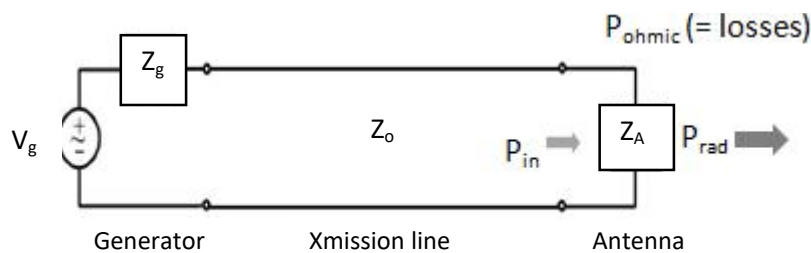
Kembali dulu ke konsep dasar tentang distribusi arus dan tegangan pada sebuah dipole $1/2\lambda$ seperti yang diwedard di paragraf atas, maka feed point atau titik umpan (pada gambar ada di tengah-tengah antara ke dua sayap elemen) adalah titik dimana feeder line dihubungkan dengan antenna, untuk menyalurkan sinyal RF dari sumber sinyal. Seperti juga disebutkan di depan, Impedansi pada feedpoint tersebut terdiri dari dua "komponen", yaitu *ohmic* dan *radiation resistance* (+ *reactance*, yang hanya didapati pada antenna yang TIDAK resonan).

Celakanya, sebagai suatu yang bersifat sebagai tahanan (R), ketiga-tiganya diukur dengan satuan yang sama, yaitu OHM – sehingga biar 'nggak bingung sebaiknya kita tengok satu persatu masing-masing "komponen resistan" tersebut:

1. *ohmic resistance*: Karena elemen antenna (baik yang dari kawat maupun tubing) dibuat dari bahan logam (tembaga, tembaga campur nickel, alumium) maka seperti juga sebiji resistor (yang sengaja dibikin untuk representing nilai Ohm – *ohmic value* - tertentu, mis: 47 ohm, 220 ohm, 100 kilo-ohm dsb.), maka bentangan kawat atau tubing yang berbentuk antenna ini juga mempunyai nilai tahanan atau *resistance* tertentu ("*some*" *ohmic value*, karenanya disebut *ohmic resistance*). Melalui *resistance* yang satu ini power yang lewat akan terbuang (*dissipated*) begitu saja sebagai panas (*heat*), seperti juga kalau resistor dilewati arus yang akan jadi anget atau panas.
2. *Radiation resistance*: Biasa disingkat-tuliskan dengan R_r , inilah komponen terpenting di antara tiga komponen "kelompok Ohm" ini. Resistansi atau tahanan R_r inilah yang menentukan berapa porsi atau bagian sinyal yang di-*kopel* lewat antenna untuk dipancarkan (*radiated*) ke angkasa.
3. *Reactance*: seperti disebut di depan, ini hanya dijumpai pada antenna yang TIDAK RESONAN. Yang ini lakunya mirip sebuah *gate*, *switch* atau katup (*valve*). Jika ada *reactance* maka seolah-olah ada katup atau pintu yang tertutup sebagian, yang me"nyela" perjalanan sinyal di antara feeder line dan antenna, sehingga tidak seluruh power bisa terlempar mulus ke angkasa.

EFISIENSI/EFFICIENCY

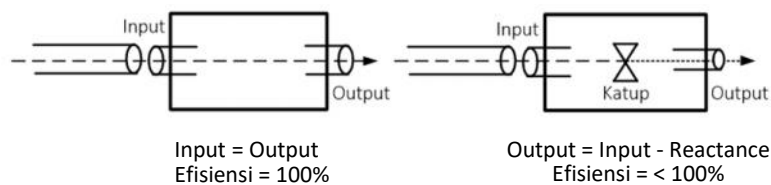
Kalau antenna di-*umpan* sinyal dari sebuah pembangkit (*generator*) sinyal, maka jumlah TOTAL sinyal yang dipancarkan (oleh) antenna TIDAK AKAN SAMA dengan sinyal yang semula diumpankan (= Efisiensi TIDAK akan = 100%). Faktor *losses*/rugi-rugi yang mempengaruhi EFISIENSI bisa diamati pada gambar yang di-CoPas dari salah satu literatur akademik berikut:



Z_g = impedansi dari sumber sinyal/*source impedance*; Z_A = impedansi antenna/*antenna impedance*;
 Z_o = impedansi saltran/*transmission line characteristic impedance*;
 P_{in} = total sinyal yang diumpankan ke terminal antenna/*total power delivered to the antenna terminals*;
 P_{ohmic} = rugi-rugi ohmic dari antenna/*antenna ohmic (I 2 R) losses [conduction loss + dielectric loss]*;
 P_{rad} = total sinyal yang dipancarkan (lewat) antenna/*total power radiated by the antenna*

Untuk mempermudah penggambaran pengertian EFISIENSI (dan *reactance*) ini, bayangkan sebuah kotak kedap-bocor untuk menggantikan sosok sebuah antenna. Kotak ini dihubungkan dengan selang atau pipa (menggantikan saltran/*transmission line*) yang menyalurkan air (atau apalah, pokoknya sesuatu yang cair – untuk mengandaikan sinyal RF) dari sebuah drum (atau jeriken atau bekas kaleng cat, mengandaikan TX sebagai sumber sinyal) yang penuh berisi 10 ltr air melalui sebuah lubang masuk di salah satu dinding kotak tersebut. Pada dinding kotak yang berseberangan dengan lubang masuk disediakan lubang untuk keluarnya air (= terminal keluaran sinyal).

Kalau begitu 10 ltr air (= sinyal dari sumber sinyal) tersebut melalui selang (= *transmission line*) masuk ke antenna (= kotak pada gambar) dan pada saat yang sama bisa langsung 'ngucur (= *radiate*) keluar dengan jumlah atau volume yang sama (10 ltr juga, jadi input = output) maka bisa dikatakan bahwa kotak (atau antenna) tersebut **100% efficient** (efficiency = 100%), karena seluruh cairan (sinyal) yang dimasukkan kesitu bisa keluar dan 'mancur (atau = *radiated*) seluruhnya juga (lihat gambar kiri).



PENGANDAIAN yang teramat disederhanakan untuk menggambarkan pengertian EFISIENSI dan REACTANCE

Kalau lubang keluarnya kurang besar (gambar kanan), misalnya selang output diameternya cuma $\pm 90\%$ dari diameter selang input), maka seolah ada "KATUP" (= REACTANCE) yang menahan lajunya pancaran -- sehingga pada DURASI YANG SAMA dengan yang di gambar KIRI -- yang keluar hanya 9 ltr, atau bisa disebutkan efisiensinya turun jadi 90% saja. Untuk mengembalikan efisiensi ke 100% maka yang perlu dilakukan (pada proses penalaan/*tuning*) adalah meng"hilang"kan faktor Reactance tadi (= j0).

Dari pengandaian teramat-amat sederhana di atas dapat disimpulkan bahwa EFFICIENCY sebuah antena adalah ratio dari *radiated Power* terhadap Power yg hilang (loss), atau ratio R_r terhadap total resistance, atau

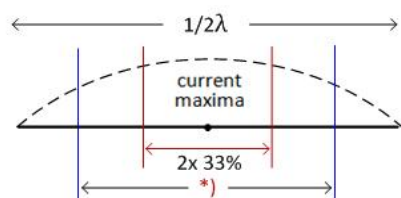
$$\text{Efficiency} = R_r : [R_r + \text{Ohmic } R + \text{Reactance}]$$

Kenapa pula HARUS tahu semua bla-bla-bla tentang *Dipole properties* ini?

Tak lain karena dalam kehidupan sehari-hari kita TIDAK selalu berada pada sikon yang *ideal*, yang sesuai dengan harapan semula waktu terniatkan untuk naikin antena. Lahan yang sempit atau tibang pas buat ngebentang antena, kecek yang cekak karena tanggung bulan, lengkungan sekitar (*internal* dan *eksternal*) yang *kurang mendukung* atau membatasi "kebebasan" dalam menjalani kegiatan hobi radio amatir ini ... adalah sebagian dari faktor yang harus dipertimbangkan masak-masak sebelum "turun ke lapangan" !!!

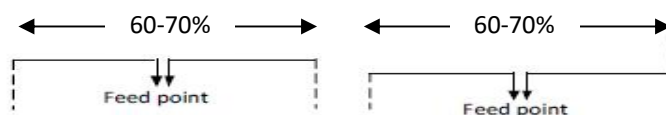
Tarohlah kendala pertama: *Lahan yang sempit atau tibang pas buat ngebentang antena* ... yang lantas membuat terpikir untuk mem-*bonsai* atau mengurangi panjang bentangan antena itu. Hal ini bisa dilakukan dengan memahami distribusi arus/*current distribution* sepanjang bentangan antena dan mengikuti *kaidah* dasar pembonsaian antena berikut ini:

1. Sekitar 87% dari sinyal yang dilempar ke udara berasal (atau berangkat) dari bagian antena yang membentang $\pm 66\%$ di tengah-tengah bentangan antena (= 33% ke kanan dan kiri feed point).
2. Karenanya untuk mempertahankan EFISIENSI mendekati aslinya, dalam melakukan pembonsaian upayakan untuk mendapatkan ukuran bentangan baru yang TIDAK LEBIH PENDEK dari 60-70% ukuran asli, supaya tidak meng-uthak-athik bagian 66%, yang merupakan bagian dengan *current loop* (maxima) pada bentangan antena tersebut.



*) IDEAL length: NOT less than 60-70% L_{ph}

Menuruti kaidah ini maka dimungkinkan untuk menekuk (*bending*) ke bawah atau ke samping ujung-ujung sayap Dipole TANPA harus mengurangi panjang fisiknya (supaya efisiensi tetap bisa dipertahankan) seperti pada dua gambar berikut:



30-40% masing-masing sayap ditekuk/dilipat ke bawah atau ke samping seperti pada sebutan berikut:

Inverted U Dipole,
(dilihat dari samping)

Zigzag Dipole,
(dilihat dari bawah)

Contoh pemendekan *footprint* (= mengurangi panjang lahan yang diperlukan) yang lain adalah pada instalasi model *Inverted Vee*, dimana diperlukan 70 - 80% dari seharusnya, dengan syarat (supaya efisiensi tetap bisa dipertahankan) SUDUT di antara bentangan kedua sayap pada Feed point (yang justru berada di atas, di pucuk tiang/*mast*) TIDAK BOLEH LEBIH KECIL dari 90° (idealnya sih *NOT LESS* than 120°).

PILIHAN ANTENA

Memilih antena yang mau dibeli (atau seyogyanya di-BIKSEN/bikin sendiri) bisa ditentukan oleh beberapa faktor yang erat kaitannya dengan sikon pribadi masing-masing, a.l. :

1. Waktu yang tersedia untuk nge-*break*: pagi doing menjelang atau ba'da subuh, sore hari sepulang sekolah/kuliah/kerja, mau 'ngalong alias malam hari sembari nunggu bedug subuh, atau sewaktu-waktu ... begitu inget ngebrik lupa ajahh semua urusan ...
2. Selera pribadi dalam ber-QSO: *short chat* dengan sekedar radio check, tukar menukar RST + QSL info lantas diakhiri dengan TNX FR FB QSO, 73 ES CUAGN; atau lebih demen *ragchewing* alias 'ngobrol-'ngalor-'ngidul,
3. Lebih banyak bekerja lokal-lokalan, atau lebih 'ngincar atau ngarepin bisa QSO juga dengan DX stations, yang akan menentukan band mana saja yang mau dipakai (dan antena macam "diangankan")
4. Kalau memang mau bekerja *multiband*, apakah mau bikin beberapa antena Monobander, atau mau pakai satu antena saja yang memang dirancang untuk bisa bekerja Multiband.
5. Lahan yang tersedia untuk 'ngebentang antena, yang meliputi aspek lokasi, luasan dan karakteristik lahan, misalnya dekat pantai dengan konduktivitas tanah yang bagus, atau sebaliknya lahan yang berbatu-batu (= konduktivitasnya jelek), kapling 20x20 m² di sebelah rumah yang belum mau dibangun sama pemiliknya (yang kebetulan juga "bersahabat"), lahan cekak yang langsung berhimpitan dengan tembok tetangga, dll.
6. Terkait sikon serta lingkungan sosial sekitar: misalnya YF (atau mertua bagi mereka yang masih numpang di kompleks Pondok Mertua Indah) yang 'nauin (dan 'ngertiin) hobby awak yang satu ini, tetangga yang cuek lihat kawat antena yang bersliweran di depan mata, tetangga yang lagi punya gawé (misalnya ada pengajian, mau ada acara akah nikah dsb.), dekat tempat ibadah yang sound system-nya asbun dan rawan sama kebocoran RF (untuk dua yang disebut terakhir ini dari awal harus dipikirkan berbagai kelengkapan *WAJIB* seperti Balun, Matching transformer atau ATU (yang sudah teruji "non-bocor"), sistim pertanahan/*grounding* yang baik dll. yang bisa mencegah RF *feedback* atau panggilan CQ CQ CQ anda ter"tangkap" juga di sound system termasuk speaker tetangga, musholla, mesjid, gereja atau tempat-tempat peribadatan lainnya. Juga yang wajib diwaspadai adalah kalau pas ada gelaran atau acara resmi semisal Rapat RT/RW/Kelurahan atau apel pagi di kantor Polsek atau Koramil yang kebetulan lokasinya dekat banget sama QTH awak (!!!) ...
7. Tingkat PEMAHAMAN tentang *ANTENNA properties* (yang TIDAK/BUKAN terbatas pada Dipole saja, karena praktis semua antena dibuat berdasarkan prinsip-prinsip kerja sebuah Dipole (misalnya Yagi yang nyatanya adalah beberapa Dipole yang di jèntrek berjajar dari belakang = Reflector ke depan = Director pada satu Boom) seperti yang diuraikan pada beberapa halaman terakhir.
8. Dan *last but not least* ... tapi justru merupakan faktor penentu UTAMA: isi kocek atau saldo di Tabanas !!!

So, mengakhiri sekian halaman *bla-bla-bla* (termasuk beberapa halaman sendiri tentang pemahaman atas Dipole properties) ini hal lain yang *pantas-pantasnya* bisa didapat sesudah membaca (atau menghadiri ... dan mendengarkan paparannya) adalah:

1. Kebiasaan sendiri (*self ability*) untuk memprediksi kinerja macam mana yang bisa diharapkan dari sebuah antena (apapun) yang dipasang dengan kondisi (apapun) dan di lokasi manapun.
2. Karenanya kita juga akan bisa merancang, meracik, serta membuat atau merakit SENDIRI antena yang paling *pas* dengan sikon pribadi masing-masing (yang JUSTRU merupakan ANTENA TERBAIK bagi anda SENDIRI yang kita bisa upayakan SENDIRI menuruti SIKON *setempat dan sewaktu* (misalnya antena untuk di base, di grobak, selagi *WKG/p* atau bekerja portable, JOTA, lomba set-up emergency station, Field day dsb.)
3. TIDAK akan terlepas/terucap lagi sebutan **OPEN DIPOLE** (ada yang mlèsètin jadi *OVEN DAY FULL*) yang salah kaprah itu saat anda berbincang/chatting/ragchewing dengan sesama amatir ... ●

So, GL ES PSE enjoy to homebrewing ur OWN antenna ...

73,
de yb1ko

