

Perhitungan GAIN dan decibel

Disunting ulang dari orèk-orèkan lawas di e-kalawarti BeON edisi 0212 bertarikh May 2003)

Buat amatir awam ... terutama bagi mereka yang tanpa latar pendidikan dibidang tehnik ... istilah yang berkaitan dengan sebutan *GAIN*, *decibel* dll ini konon agak rumit dan 'njlimet' adanya untuk dicernakan, karenanya pada orèk-orèkan ini akan dicoba melakukan pendekatan sederhana untuk bisa memahami pengertian dan perhitungan yang menyangkut istilah-istilah tersebut, dengan merujuk pada pendekatan yang dilakukan para *empu* macam Bill Orr, W6SAI (SK) dan Lew Mc Coy, W1ICP (SK) di berbagai tulisan mereka.

GAIN, seperti yang dipahami dalam kehidupan dan praktek sehari-hari di dunia per-antenaan, adalah perolehan kelebihan/keuntungan/nilai plus (sebagai lawan kata istilah LOSS = kekurangan/kerugian/nilai minus) yang didapat dari pemakaian sebuah antena, dengan *membandingkannya* dengan antena lain yang digunakan sebagai rujukan atau *reference*.

Gain diukur dengan satuan ukur deciBel (dB), yang merupakan power ratio atau perbandingan kekuatan antara dua sumber kekuatan (sebut saja P1 dan P2), yang dihitung dengan rumus

$$dB = 10 \log (P1 : P2)$$

Dari perbandingan kekuatan (antara P1 dan P2, atau dalam hal ini antara Antena 1 dan Antena 2) tersebut bisa dihitung ratio penguatan (misalnya P2 berapa kali lebihkuat dari P1 atau sebaliknya), yang secara sederhana (untuk aplikasi sehari-hari) bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

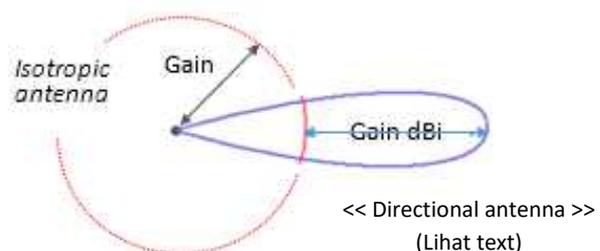
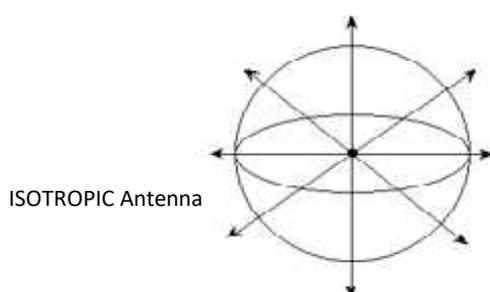
GAIN (dB)	Ratio Penguatan	GAIN (dB)	Ratio Penguatan	GAIN (dB)	Ratio Penguatan
0	= 1.0	10	= 10.0	20	= 100.0
1	= 1.25	11	= 12.6	21	= 126.0
2	= 1.58	12	= 15.8	22	= 158.0
3	= 2.0	13	= 20.0		dst.
4	= 2.5	14	= 25.1	30	= 1,000.0
5	= 3.15	15	= 31.6	31	= 1260.0
6	= 4.0	16	= 40.0	32	= 1580.0
7	= 5.0	17	= 50.0		dst.
8	= 6.3	18	= 63.0	40	= 10,000.0
9	= 7.9	19	= 79.0	50	= 100,000.0

Cara pembacaan:

- Gain 3 dB berarti ratio penguatan 2x, 10 dB = 10x, 15 dB = 31.6x dst.
- Bagi yang ingin menghafal luar kepala angka-angka ini, perhatikan *korelasi* antara angka-angka di row/baris yang sama, misalnya: 0 dB = 1x; 10 dB = 10x; 20 dB = 100 (10²)x; 30dB= 1000 (10³)x, dst.
2 dB = 1.58x; 12 dB = 15.8x; 22 dB = 158x; dst. (di kolom berikut tiap kali naik 10x)
8 dB = 6.3x; 18 dB = (8 + 10)dB = penguatan 6.3 + 10 = 63x

Syahdan, para pendahulu di bidang per-antena-an sudah lama bersetuju bahwa RUJUKAN/reference yang paling pas untuk mengukur atau membandingkan kinerja sebuah antena adalah antena ISOTROPIC dan antena DIPOLE.

Antena Isotropic 'nggak bakal pernah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, karena antena yang dianggap atau diandaikan bisa memancar MERATA ke SEMUA ARAH (= OMNI-directional: ke atas-bawah, depan-belakang, kiri-kanan) ini hanya ada secara TEORITIS saja ... [*An Isotropic Antenna is a (theoretical) antenna that radiates electromagnetic energy uniformly of the same intensity in all directions*]



Seperti sering disebut, antena Dipole dengan feed point pada ketinggian *free space* (setidaknya $1/2\lambda$ dari permukaan tanah) mempunyai sifat pancaran yang tegak lurus terhadap bentangan antena, mengarah ke depan dan ke belakang (*bi directional*), sehingga dibandingkan dengan antena Isotropic (yang pancarannya merata kesemua arah) - untuk pancaran ke arah depan (dan belakang) Dipole akan menunjukkan GAIN (kelebihan) tertentu.

Karena yang dirujuk adalah arah pancaran (*Directivity*) ke depan (*Forward*) maka bisa disebutkan bahwa Antena Dipole mempunyai Forward Gain sebesar x (sekian) dB terhadap (atau ketimbang) antena Isotropic.

Hasil penelitian dan itung-itungan para orang *pinter* (jadi ya percaya aja 'deh) menghasilkan angka $x=2.1$ dB (atau = angka penguatan sekitar $1.7x$), atau biasa dituliskan Antena Dipole $1/2\lambda$ mempunyai GAIN = 2.1 dBi (huruf "i" merujuk kepada antena *Isotropic*), seperti bisa dilihat pada gambar kanan.

Karena antena Isotropic susah dibayangin keberadaannya, dalam praktek sehari-hari orang lalu membandingkan kinerja Antenanya dengan kinerja sebuah Dipole, atau dengan kata lain Antena Dipole-lah yang dipakai sebagai rujukan, sehingga sehari-hari lalu digunakan istilah dBd (huruf "d" merujuk kepada *Dipole*). Dari sinilah lantas dikembangkan *kaidah-kaidah dasar* untuk menghitung Gain semua jenis antena terhadap antena rujukan tertentu, asal diketahui dari jenis apa antena tersebut dan bagaimana cara kerjanya:

1. Kalau dipakai ANTENA ISOTROPIS sebagai rujukan, maka Antena Isotropis itu sendiri tentunya mempunyai Gain 0 dBi, atau ratio penguatan 1 x terhadap antena rujukan.
2. ANTENA DIPOLE $1/2\lambda$ mempunyai Gain 2.1 dBi (seperti disebut di atas). Kalau Antena Dipole dipakai sebagai rujukan, maka Antena Dipole itu sendiri tentunya mempunyai Gain = 0 dBd, atau ratio penguatan 1x terhadap antena rujukan.
3. Antena VERTIKAL atau GROUND PLANE $1/4\lambda$ mempunyai Gain 0.3 dBi, sedang antena $5/8\lambda$ mempunyai Gain 3.3 dBi atau setara dengan $(3.3 - 2.1)$ dBi = 1.2 dBd
4. Antena LOOP 1λ mempunyai Gain 4.1 dBi atau $(4.1 - 2.1) = 2$ dBd.
5. Pada sebuah antena (jenis apapun) yang diberi elemen parasitik berupa sebuah DIRECTOR (DIR) atau REFLECTOR (REF) akan didapatkan tambahan Gain sebesar 5 dB.
6. Pada antena HF, jika sudah ada sebuah DIRECTOR (DIR-1) maka tambahan Gain pada penambahan DIR berikutnya (DIR-2, DIR-3 dst.) akan menunjukkan penurunan: tambahan DIR-2 menambahkan Gain 2-dB di atas perhitungan sebelumnya, sedangkan dengan penambahan DIR-3 dan DIR-4 masing-masing DIR tambahan hanya akan menambahkan Gain 1 dB di atas perhitungan sebelumnya. *Tambahan DIR yang berikutnya (DIR-5 dst.) TIDAK lagi menunjukkan penambahan Gain yang kentara (significant).*
7. Jika dipakai REF dan DIR bersama-sama pada sebuah antena maka Gain dari REF yang semula 5 dB (kaidah 5) akan dihitung sebesar 3 dB saja.
8. Untuk mengitung perolehan Gain pada Multi Element Array yang terdiri dari beberapa Dipole yang dirangkai secara collinear dapat diambil sebagai ancar-ancar sbb. :

- } Gain yang didapat dari 2 element collinear = 1.9 dBd atau +/- 2 dBd
- } 3 element collinear = 3.2 dBd atau 3 dBd +
- } 4 element collinear = 4.3 dBd atau 4 dBd +, dst . . .
- } (= jumlah elemen *nyaris sama* dengan angka perolehan Gain*)

*) Karena ukurannya, untuk band HF biasanya rangkaian collinear tidak akan terdiri lebih dari 4 - 5 elemen, tapi buat sekadar berkhayal-khayal bisa dikira-kira sendiri: 5 elemen = 5 dBd +, 6 elemen = 6 dBd +, 10 elemen = 10 dBd + dst. (bilangan dB *kira-kira* sama dengan jumlah elemen).

Dengan *'nauin* (dan memahami) 8 kaidah di atas maka dengan *penalaran* sederhana saja lantas bisa dibuat tabulasi perolehan Gain pada berjenis antena yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari, seperti yang dicontohkan dalam peng-aplikasi-an kaidah-kaidah di atas dalam menghitung perolehan Gain 2 jenis antena berikut ini:

1. Gain dari sebuah antena Yagi 3 element yang terdiri dari DIRECTOR – DE/driven element – REFLECTOR bisa dihitung sbb. :

GAIN yang diperoleh dari	dBi	dBd	Kaidah
Dipole 1 (= DE)	2.1	0	2
DIR	5	5	5
REF	3	3	7
Gain TOTAL	10.1	8	

atau bisa disebutkan bahwa perolehan Gain pada antena Yagi 3-element = 10.1 dBi atau 8 dBd

2. Gain dari sebuah 5 elemen Cubical Quad yang terdiri dari DIR1- DIR2 - DIR3 - DE - REF adalah:

GAIN yang diperoleh dari	dBi	dBd	Kaidah
Loop 1λ (= DE)	4.1	2	4
DIR1	5	5	5
DIR2	2	2	6
DIR3	1	1	6
REF	3	3	7
Gain TOTAL	15.1	13	

atau bisa disebutkan bahwa perolehan Gain pada antena Cubical Quad 5-element = 15.1 dBi = 13 dBd
= atau nilai penguatan sebesar 20x ...

Lantas, apa arti semua bilangan dB tersebut dalam kehidupan sehari-hari?

Mengambil contoh 1 di atas, kalo' aja operator (sebut aja) OM Ali dan Badu di 80m sama-sama memakai pemancar berdaya 100 W, tapi Ali 'mancar dengan antena Dipole biasa (atau variant-nya, macam Inverted Vee) sedangkan Badu paké 3 element wire-Yagi (kaya' yang kira-kira 30-an tahun doeloe rekan-rekan *Kurawa Halim* (ORLOK Kramatjati) pernah bikin pada acara Field-day di Cibubur), trus taruhlah kondisi di stasiun Ali sama dengan di stasiun Badu (misalnya kedua antena sama-sama di-*install* dengan feedpoint pada ketinggian 13 mtr), maka di *ham shack*-nya OM Cheppy yang taruhlah QTH-nya berada sekitar 1000 km jaraknya dari QTH Ali dan Badu yang kebetulan satu lokal akan menerima sinyal OM Badu seolah-olah beliau ini paké TX berdaya 630 W (Gain 8 dB = ratio penguatan 6,3x).

Demikian juga dengan contoh 2, kalo' aja sama-sama di 15m Ali memakai pemancar berdaya 100 W dengan antena Dipole, sedangkan Badu bekerja QRP dengan daya 5 W tetapi antenanya 5 element Cubical Quad, maka Cheppy akan menerima sinyal Badu seolah-olah doi paké TX berdaya 100 W juga (Gain 13 dB = ratio penguatan 20x, jadi sinyal 5 W tadi seolah-olah dikasih booster berdaya 100W).

Sebenarnya perolehan Gain yang signifikan pada contoh 2 akan lebih kelihatan kalo' diandaikan Ali dan Badu sama-sama paké TX 100 watt-an. Nun jauh di sana, OM Cheppy akan terloncat dari kursinya waktu sinyal Badu "masuk", karena sinyal dengan ratio penguatan yang 20x tersebut akan begitu 'ngejlegur, seolah TX Badu ditambahin thèklèk atawa sepatu/*after burner* 2 KW dengan 4 bh tabung 813 bikinan rekan yang kelebihan dokat dan cukup jeli untuk setiap kali bisa lolos 'nggak kena razia kawat jemuran (atau Windom) dari petugas PLN ...

Sebenarnya dalam praktek sehari-hari dijumpai banyak faktor yang di luar kontrol pembuat atau perakitan antena, sehingga sering terjadi yang bersangkutan harus 'nrimo sikon yang jauh dari kondisi optimal yang bisa mendukung kinerja optimal, misalnya lokasi dan luas lahan yang kurang menguntungkan sehingga antena tidak dapat direntang semestinya, ketinggian instalasi yang 'nanggung, panjang Boom yang karena berbagai sebab tidak bisa dibuat sepanjang yang seharusnya (dengan akibat *spacing* antar elemen 'nggak bisa pas sesuai itungan, yang akan mempengaruhi perolehan Forward Gain dan F/B ratio), grounding system yang kurang memadai dsb. ... yang akan mempengaruhi kinerja antena sehingga perolehan Gain akan jauh menyimpang dari angka-angka ideal yang tersebut dalam kaidah di atas.

Sekali lagi, perolehan Gain yang disebut dalam kaidah-kaidah di atas adalah HASIL OPTIMAL dari sebuah antena yang dibuat, diinstal dan ditala dengan dan pada KONDISI OPTIMAL juga.

Untuk antena di low-band HF, kondisi seperti ini kaya'nya hanya bisa didapat lewat simulasi komputer atau lewat pembuatan model yang *scaled down* (dibuat dalam skala yang diperkecil, misalnya: 1 : 10, 1 : 50 dsb.) di Lab atau Antena Farm yang khusus dikondisikan untuk keperluan studi perbandingan (karena harus selalu ada antena rujukan sebagai pembanding) seperti ini.

BTW, dalam kenyataan sehari-hari kalau *nemuin* iklan di majalah atau brosur antena yang menyebutkan bilangan dB TANPA menyebutkan dibandingkan terhadap antena rujukan apa (dB doang, tanpa dengan jelas menyebutkan dBi atau dBd) ya harap maklum saja dah, boleh dibilang yang beginian sekadar cipoa' atawa kibul-kibulan pabrik atau tukang bikin antena saja. Karena alasan inilah, di Amrik sono majalah QST (majalah resmi ARRL) sudah sejak 1-2 dasawarsa yll. TIDAK MAU menerima pemasangan iklan dari produsen/pabrik antena yang hanya mencantumkan angka dB DOANG, yang tidak dengan tegas & lugas mencantumkan terhadap antena rujukan macam mana antena tersebut dibandingkan.

Selamat ber-eksperimen, and ENJOY homebrewing your OWN antenna

[73 de bam yb1ko]