

## AUTOMATIC DIRECTION FINDER (ADF)

### A. Umum

Direction Finder adalah penerima radio yang dijumpakan untuk mencari arah pemancar. Penerima radio ini memanfaatkan antena yang dapat diarahkan (directional antenna) dalam mencari arah pemancar yang dikehendaki.

Pada tahun 1920-an telah dijumpakan antena loop sederhana yang dijerkam dengan tangan pilot akan memposisikan loop untuk mencari penerimaan sinyal yang minimum (nol). Bearing dari pemancar dapat dibaca pada skala yang terdapat pada loop, dengan demikian maka pesawat akan dapat "homing" ke stasiun pemancar yang dipilih.

Bila dilala pada stasiun pemancar lain, maka akan diperoleh bearing yang kedua sehingga posisi pesawat dapat ditentukan.

Dalam perkembangan selanjutnya, antena tidak diputar dengan tajam, melainkan asas sistem senro yang akan berhenti bergerak bila telah menerima sinyal nol. Sistem synchro akan memposisikan jarum RMI pada bearing dari pemancar.

Saat ini, pada umumnya, pesawat dilengkapi dengan dua set ADF dengan satu RMI yang mempunyai dua jarum bearing.

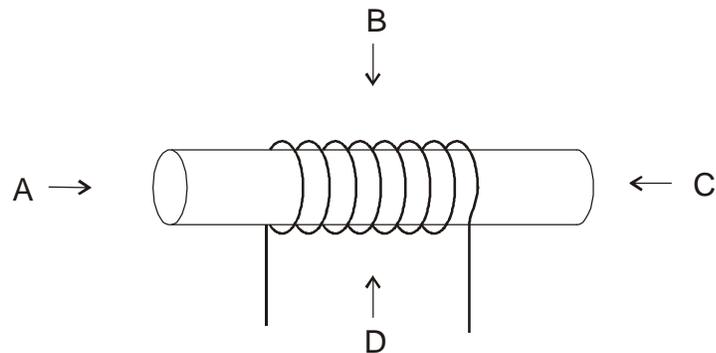
Bila masing-masing ADF ditata pada kemuncaran / beacan yang berbeda, maka masing-masing jarum indicator akan menunjuk bearing dari masing-masing stasiun pemancar. Dengan demikian posisi pesawat dapat diketahui, yaitu tempat perpotongan dari kedua arah (bearing). Pesawat saat ini sudah tidak menggunakan antena yang diputar, tetapi melalui goniometer yang berukuran jauh lebih kecil.

### B. Prinsip Dasar

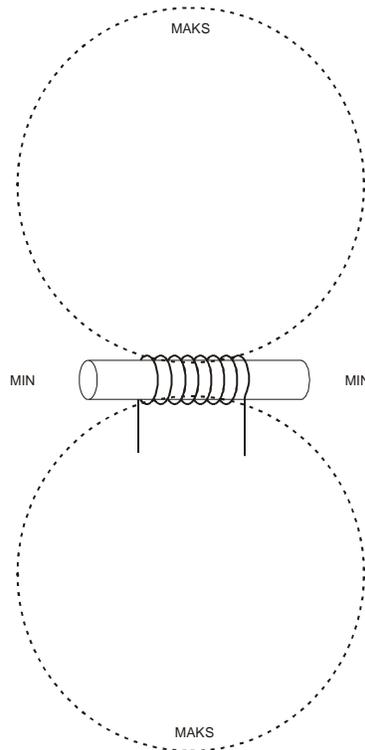
#### 1. Antenna Loop

Ketika suatu penerima radio (band MW) diputar perlahan-lahan, maka kekuatan sinyal dari pemancar yang dilala akan berubah-ubah. Pada posisi berlawanan akan diperoleh dua penerimaan minimum (nol) dan dua posisi penerimaan maksimum.

Jika penerima radio tersebut dibuka, maka akan terlihat suatu kumparan (coil) yang dililitkan pada batang ferrit seperti terlihat pada gambar 1. Kumparan ini berfungsi sebagai antenna loop.



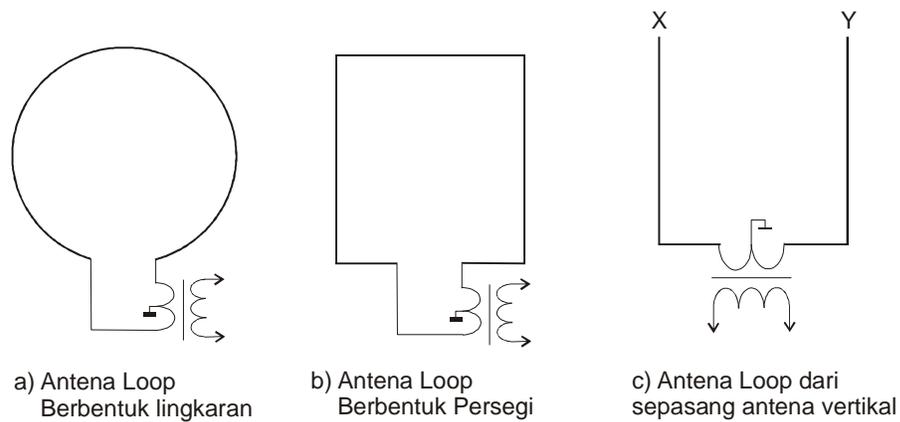
Jika diputar-putar lagi, ternyata posisi terjadi pada arah A dan C, sedangkan posisi maksimum pada arah B dan D, sehingga pola penerimaannya dapat digambarkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2 Pola Penerimaan Antena Loop

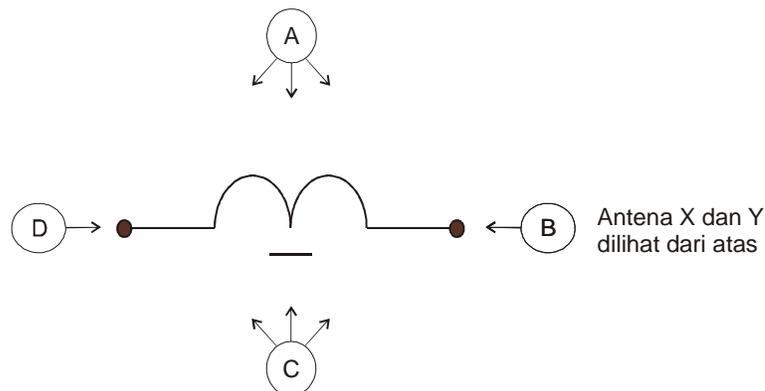
Untuk pencairan arah pemancar, biasanya menggunakan arah minimum karena lebih tepat. Tetapi, dengan adanya dua minimum maka akan sulit untuk menentukan arah pemancar yang sebenarnya. Oleh karena itu perlu dikerjakan agar arah minimum hanya satu saja. Untuk mengarah kesitu, perlu dibahas terlebih dahulu bagaimana pada penerimaan yang berbentuk angka delapan tersebut bisa terjadi.

Antenna loop yang terbentuk lingkaran maupun persegi berasal dari dua buah (sepasang) antenna vertical yang diletakkan dalam jarak tertentu seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Antena Loop dari sepasang antenna vertikal

Gabungan sinyal yang diterima oleh kedua antenna vertical (pada sekunder trafo) akan berbeda-beda tergantung pada posisi antenna terhadap pemancar (lihat gambar 4).



#### Gambar 4 Sepasang antena vertical terhadap arah Tx yang berbeda

Jika pemancar berada di A atau C, maka antenna X maupun Y akan menerima tejanjan yang sama dan tata yang sama sehingga melalui trafo akan mengahir arus dengan arah yang berlawanan. Akibatnya tejanjan yang berbentuk pada trafo akan sama dengan nol.

Bila pemancar berada di B, maka antenna Y akan menerima sinyal lebih dahulu daripada X. dengan kata lain, sinyal yang diterima oleh Y dan X akan berbeda fasa dengan Y bergerak lebih dahulu seperti terlihat pada gambar 5 .

Gabungan dari kedua sinyal tersebut merupakan output dari sistem antenna. Beda fasa antara sinyal pada antenna X dan Y sangat kecil, sehingga sinyal output nya pun juga relative kecil. Sinyal output yang sama akan diperoleh ketika pemancar berada di D, tetapi fasanya berlawanan.

Pada posisi pemancar di B dan D inilah yang menghasilkan sinyal output antenna yang terbesar (maksimum) ,pada posisi-posisi lain, sinyal output akan lebih kecil , sehingga diperoleh pada penerimaan yang berbentuk angka delapan.

Pola penerimaan yang sama (angka delapan) berlaku juga untuk antenna loop yang berbentuk lingkaran ,elips,maupun persegi.

#### 2. Sense Antena (Antenna Pengindya)

Terlihat hal yang menarik pada gambar 3.5 yaitu bahwa sinyal gabungan (sinyal output antenna) berbeda fasa mendekati  $90^\circ$  terhadap sinal pada antenna X maupun Y yang vertical. Pada sistem ADF memang digunakan antenna vertical yang dipasang dekat antenna loop, antenna yang bersifat omni directional (menerima dari segala arah) ini disebut sense antenna. Jadi, beda fasa antara sinyal antenna loop dengan sinyal sense antenna adalah  $90^\circ$  juga.

Jika fasa sinyal antenna loop digeser  $90^\circ$ , kemudian digabungkan dengan sinyal sense antenna , maka beda fasa antara keduanya menjadi  $180^\circ$  (berlawanan) dan  $360^\circ$  (berfasa sama). Dengan demikian pola

penerimaan ADF akan berbentuk jantung (kardioid) seperti terlihat pada gambar 6.

Antenna loop membentuk pola I dan II yang fasanya berlawanan. Pola III dilainkan oleh sense antenna yang berbeda fasa  $90^\circ$  dari pola I dan II. Jadi, jika I dan II digeser  $90^\circ$ , maka beda fasa antenna I dengan III adalah  $0^\circ + 90^\circ + 90^\circ = 360^\circ$  (berfasa sama). dengan demikian I dengan III saling menghilangkan, sedangkan II dengan III saling menguatkan. Hasilnya adalah pola kardioid (IV) yang memenuhi syarat untuk pencarian arah karena hanya mempunyai satu titik nol (minimum).

### 3. Goniometer

Dalam pencarian arah pemancar, ADF yang metakhir tidak memutar antenna loop tetapi goniometer seperti terlihat pada gambar 7.

Antenna loop terdiri dari sepasang coil yang saling tegak lurus dan dililit pada inti ferit datar. Salah satu bidang coil dipasang agar berada pada sumbu longitudinal pesawat sedangkan yang lainnya pada sumbu lateral. Anus yang terinduksi pada setiap coil tergantung pada arah pemancar yang dicari. Jika bidang loop tegak lurus pada arah propagasi, maka tidak ada tegangan yang terinduksi pada loop yang lainnya akan menerima tegangan induksi maksimum. Sebagai contoh, bila loop 2 yang mendapat tegangan maksimum (loop-1=0), maka atator-2 juga akan memperoleh tegangan maksim sehingga rotor (search coil) akan berputar dan akan berhenti setelah posisinya sejajar dengan stator-2.

Gambar 3-8 ketika kedua loop menerima tejanjan induksi yang sama.

Dengan sistem ini, tugas antenna loop yang seharusnya berputar dilakukan oleh goniometer (resooeven). jika rotor goniometer berputar  $360^\circ$  maka akan diperoleh dua titik nol dan dua titik seperti yang akan diperoleh oleh sebuah antenna loop yang berputar. Output rotor akan diteruskan ke input ADF receiner yang menganggap rotor (search coil) sebagai antenanya.

### 4. Prinsip Kerja ADF

Untuk memahami cara kerja ADF, perhatian diagram blok ADF pada gambar 3.8, gunakan searching disebabkan oleh adanya perbedaan fasa pada kedua kumparan (coil) motor seuro yang bersumbu sama dengan

searching coil tersebut. Searching coil digerakkan menuju ke posisi nol yang stabil. Jika posisi ini sudah dicapai, maka motor servo akan berhenti. Karena servo motor menggerakkan juga synchro torque transmitter, maka dia juga akan berhenti, seluknya jarum RMI yang terletak pada receivernya akan berhenti dan menunjuk arah pemancar (NBD) yang dicari.

Perbedaan fasa antenna dua frekuensi tinggi tidak mungkin direalisasi untuk menggerakkan motor servo. Oleh karena itu perlu diubah ke dalam beda fasa antara dua frekuensi rendah. fasa switching voltage yang dihasilkan oleh switching oscillator dibandingkan dengan fasa dari sinyal output superheterodyne receiver (setelah digeser  $90^\circ$  dan diperkuat) yang arahnya tergantung pada beda fasa dari kedua sinyal tersebut.

Prinsip kerja dari diagram blok ADF pada gambar-8 dapat dipahami dengan memperhatikan hubungan fasa antara sinyal-sinyal pada setiap blok dalam gambar-9.

Sinyal yang keluar dari search coil, setelah diperkuat, kemudian digeser fasanya sebesar  $90^\circ$  (a) agar sefasa atau berlawanan fasa dengan sinyal yang keluar dari sense antenna.

Fasa sinyal ini kemudian diswitch pada balanced modulator dengan kecepatan sekitar 47 Hz (c) yang ditentukan oleh switching oscillator (b).

Sinyal yang fasanya diswitch ini (c) bersama sinyal yang keluar dari sense antenna (d) dimasukkan ke summing amplifier. Hasil (output)nya adalah sinyal AM (e). Sinyal AM ini kemudian dideteksi pada tingkat akhir superheter receiver sehingga diperoleh gelombang segi empat (f) yang sefasa-sama atau berlawanan-fasa dengan switching voltage (b) yang dihasilkan oleh switching oscillator.

Agar diperoleh fasa pengontrol yang sesuai untuk motor servo, maka sinyal tersebut (f) harus digeser fasanya sebesar  $90^\circ$  sehingga diperoleh reference phase (g). Sudut putar motor servo ditentukan oleh beda fasa antara sinyal b dan g. Motor servo akan berputar searah atau berlawanan arah jarum jam menuju titik nol stabil.

Jika titik nol sudah dicapai , maka tidak ada sinyal yang ditangkap oleh serch-coil yang berarti output receuier run tidak ada , sehingga motor berhenti sejenak.

Sinyal audio yang keluar dari receiver adalah sinyal identifikasi berupa kode mote yang dipancarkan oleh nondirectional beacon (NBD) yang berlokasi dipangkalan udara (bandara).