

## **Analisis Kinerja Sistem Doppler VHF Omnidirectional Range dan Distance Measuring Equipment pada Navigasi Penerbangan**

Sapta Nugraha<sup>1</sup>, Aditya Tama Caesar

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji  
Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29115

<sup>1</sup>*Corresponding author, e-mail: saptanugraha130489@gmail.com*

### **Abstrak**

Navigasi udara merupakan kegiatan untuk mengarahkan transportasi udara dari satu tempat ke tempat yang lain agar tidak keluar dari jalurnya. Sistem transmisi sinyal pada *Doppler VHF Omnidirectional Range* (DVOR) belum sepenuhnya optimal karena persentase sinyal modulasinya sering mengalami peningkatan yang berakibat pada munculnya kondisi sinyal *over-modulated*. Deteksi sinyal interogasi maupun sinyal balasan pada *Distance Measuring Equipment* (DME) mengalami hambatan disebabkan oleh waktu tunda dan jarak pulsa yang tidak sesuai. Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis kinerja sistem DVOR-DME dengan membandingkan nilai parameter dan nilai kondisi normal. Berdasarkan analisis kinerja sistem, didapatkan bahwa sistem DVOR-DME AirNav Indonesia Distrik Tanjungpinang beroperasi dengan normal. Nilai optimal 30Hz MOD dan 9960Hz MOD pada DVOR berada pada rentang nilai normal yaitu sebesar 30%. Nilai optimal delay dan spacing pada DME berada pada rentang nilai delay normal dan nilai spacing normal yaitu sebesar 50,01  $\mu$ s dan 12,02  $\mu$ s.

**Kata kunci** : Doppler, DVOR, Navigasi Penerbangan, DME

### **I. PENDAHULUAN**

Navigasi berasal dari bahasa latin *navis* dan *agere*. *Navis* diartikan kapal dan *agere* diartikan pekerjaan memindahkan atau menjalankan. Navigasi juga dapat diartikan proses mengendalikan gerakan angkutan baik di udara, di laut, atau sungai. Sistem navigasi adalah sebuah sistem yang berfungsi untuk memandu pergerakan transportasi darat, laut ataupun udara [1].

Navigasi udara merupakan kegiatan untuk mengarahkan transportasi udara (dalam hal ini pesawat) dari satu tempat ke tempat yang lain agar tidak keluar dari jalurnya. Navigasi udara dilakukan oleh dua pihak yaitu *ground station* (stasiun darat) dan *aircraft* (Pesawat). Salah satu navigasi udara adalah perangkat *Doppler VHF*

*Omnidirectional Range* (DVOR) dan *Distance Measuring Equipment* (DME) [2].

*Doppler VHF Omnidirectional Range* (DVOR) merupakan alat bantu navigasi jarak pendek, yang bekerja menggunakan frekuensi radio sangat tinggi (*VHF/ Very High Frequency*), fasilitas DVOR memungkinkan pesawat menuju tujuan dengan memanfaatkan stasiun DVOR di darat tanpa tergantung dari keadaan cuaca. DVOR memanfaatkan Efek *Doppler* dalam proses modulasi sinyalnya, berbeda dengan *Conventional VOR* yang menggunakan mekanik [3]. Antena carrier yang digunakan sistem DVOR adalah antena *Alford Loop*. *Antena Alford Loop* adalah antena omnidirectional yang memanfaatkan 2 plat konduktor. Arus yang diinputkan pada tengah konduktor akan memiliki amplitudo

yang sama namun dengan fase yang berbeda, radiasi dari arus pada konduktor-konduktor ini akan memiliki perbedaan arah, dan akan membatalkan satu sama lain [4]. Pada sistem VOR, sinyal *omnidirectional* membawa tiga elemen berbeda menuju penerima pada pesawat sebagai berikut:

a. *Voice*

Tipe komunikasi suara yang dapat dilakukan oleh sinyal *omnidirectional* VOR ini hanya tipe komunikasi *simplex*, dimana *ground facility* hanya bisa mengirimkan dan penerima pada pesawat hanya bisa menerima. Tidak semua stasiun menggunakan sinyal suara sebagai identifikasi *ground facility*, jika sebuah stasiun menggunakan sinyal suara sebagai identifikasi *ground facility*, maka tiap 15 detik transmisi suara dibawa oleh sinyal *omnidirectional* (contoh sinyal suara yang dikirimkan "This is Hang Nadim VOR") [5].

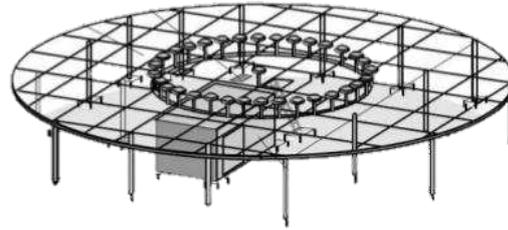
b. *Nada 1020 Hz Station Identity*

Identifikasi semua stasiun VOR yang ada dibuat menggunakan nada 1020 Hz *station identity*. Kode identifikasi stasiun VOR terdiri dari tiga huruf dengan karakteristik yang dibentuk menjadi titik dan garis sesuai dengan kode *morse*. Sinyal ini ditransmisikan oleh stasiun tiap 6 detik [5].

c. *Bearing Reference Signal*

Sinyal referensi dihasilkan ketika sebuah sinyal *audio* yang frekuensinya berubah secara konstan, digunakan untuk memodulasikan transmisi carrier dari VOR. Sinyal *audio* ini adalah sebuah transmisi 9960 Hz yang menggunakan modulasi *Frequency Modulated* (FM) dengan deviasi sinusoidal sebesar 480 Hz pada tingkat 30 Hz. Jika sinyal ini diterima pada *receiver* maka akan terdengar seperti nada bernada tinggi dengan getaran 30 Hz. Getaran ini

yang membawa 30 Hz dikirimkan ke udara [5].



Gambar 1. Stasiun DVOR

DME adalah alat navigasi udara yang berfungsi memberikan informasi jarak kepada pesawat, jarak yang di berikan adalah sudut miring antara pesawat dan transmiter dari DME ini dan bukan jarak sesungguhnya antara pesawat dan DME. Sinyal yang ditransmisikan terbagi menjadi tiga dalam satu kali transmisi, berikut urutan prioritas sinyal:

1. *Identification*

Identifikasi dari fasilitas *ground* sangat penting digunakan pada pesawat, karena itu identifikasi ini diletakkan pada urutan pertama dari sistem. Penghasil sinyal identifikasi merupakan fungsi dari RTC. Identifikasi ditransmisikan secara periodik dalam bentuk kode *morse* internasional dengan karakter kode yang terdiri dari sinyal-sinyal pulsa yang periodic [6].

2. *Reply to Interrogation*

Balasan ke sinyal interogasi berada pada urutan kedua dari prioritas sistem. Masuknya sinyal balasan ini dikontrol dengan tujuan untuk mencegah adanya interferensi pada siklus *identity* dan untuk membuat prioritas sistem diatas pulsa *squitter*. Ini dapat diatasi dengan memungkinkan sinyal balasan masuk ke baris pulsa hanya pada *interval* waktu yang tidak diisi oleh siklus *identity*. Bagian untuk sinyal balasan ini memiliki jatah waktu yang besar, karena siklus *identity* hanya terjadi tiap 30 detik. Saat *receiver* menerima sebuah interogasi dan men-dekode-kannya, sebuah *blanking gate* dihasilkan (disebut juga sebagai *dead-time gate*). *Dead-time* ini digunakan untuk membatasi *decoder*

*transponder* kira-kira sekitar 60 *microsecond*. Selama periode ini, interogasi yang didekodekan mengalami delay dalam waktu yang telah ditetapkan dan dikirimkan kembali sebagai balasan. Total *delay* dari interogasi diterima hingga balasan dikirimkan adalah sekitar 50 *microsecond* untuk sebuah *X-Channel DME* [6].

3. *Squitter Pulses*

*Squitter pulses* adalah urutan ketiga dari prioritas sistem. Pada kondisi dimana tidak adanya interogasi atau informasi identitas (*identity information*), *random squitter pulses* dihasilkan untuk mempertahankan rata-rata pulsa *output* sebesar 800 Pulses per Second (PPS). Tujuan mentransmisikan *squitter pulses* adalah untuk menstabilkan rangkaian *Automatic Gain Control (AGC)* pada *interrogator* pesawat [6].

II. METODE PENELITIAN

A. Kriteria Sistem

Sistem DVOR memiliki beberapa parameter dalam pengoperasiannya, sampel data parameter DVOR dapat dilihat pada tabel 1.

Sistem DME memiliki beberapa parameter pengoperasian untuk sebagai acuan jika sekiranya terjadi masalah pada sistem tersebut. Sampel data parameter DME dapat dilihat pada tabel 2.

B. Implementasi Sistem

Sistem DVOR diimplementasikan pada navigasi penerbangan sebagai acuan pesawat untuk mendarat dengan memanfaatkan stasiun DVOR di darat yang letaknya lurus dengan landasan pacu, sehingga DVOR dapat memandu pesawat dalam proses pendaratan. Implementasi yang kedua adalah pada saat pesawat akan tinggal landas dengan memilih jalur penerbangan berdasarkan nama stasiun DVOR dan selanjutnya pesawat tersebut

dapat terbang menuju stasiun DVOR yang dituju.

Sistem DME diimplementasikan pada navigasi penerbangan sebagai sumber informasi jarak antara pesawat dan stasiun DME. Jarak yang diterima pesawat adalah sudut miring antara pesawat dan transmitter dari DME ini dan bukan jarak sesungguhnya antara pesawat dan DME.

Tabel 1. Sampel Data Parameter DVOR

Az Angle	30Hz MOD	9960Hz MOD	RF Level	TX Power
271,55	30,2	30,9	-0,5	82,0
271,56	30,2	30,9	-0,5	81,9
271,53	30,3	30,8	-0,3	82,6
271,50	30,2	31,2	-1,0	81,1
271,51	30,3	30,8	-0,5	82,7
271,50	30,2	30,8	-0,5	82,4
271,50	30	29,1	-0,3	92,2

Tabel 2. Sampel Data Parameter DME

Delay	Spacing	TX Power
49,99	12,02	752
50,01	12,02	753
50,01	12,02	751
50,01	12,02	773
50,01	12,02	766
50,01	12,02	750
50,02	12,02	908

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Data Parameter DVOR

Analisis pada data *parameter* DVOR dilakukan dengan mengamati data yang dicatat. Nilai Az Angle adalah nilai sudut *azimuth* dari antena field monitor, antena *field monitor* memiliki fungsi untuk menentukan dan memastikan pancaran sinyal dari antena *carrier* sesuai derajatnya. Antena *Field Monitor* merupakan sebuah antena *dipole* yang dipasang 90 sampai 200 meter dari antena *carrier*. Nilai normal dari *parameter* Az Angle adalah sesuai  $360^0$ , untuk implementasi di tempat penelitian, nilai Az Angle yang digunakan adalah  $270^0$  [4].

Nilai 30 Hz MOD dan nilai 9960 Hz MOD adalah nilai persentase sinyal yang termodulasi pada sistem DVOR. Persentase modulasi maksimal dari suatu sistem dengan memasukkan faktor toleransi adalah sebesar 90%, dalam sistem DVOR dibagi menjadi empat bagian modulasi yaitu 30% (30 Hz MOD), 30% (9960 Hz MOD), 20% (Ident), 10% (Voice). Jadi, apabila salah satu bagian modulasi mengalami peningkatan nilai maka akan mempengaruhi sistem, sebagai contoh apabila nilai 30Hz MOD mengalami peningkatan, maka nilai persentase modulasi sistem akan melebihi standar yaitu 100% dan sinyal yang dikirimkan akan berbentuk sinyal *over-modulated*. Sinyal *over-modulated* adalah kondisi sinyal modulasi yang sisi negatif dan positifnya saling bertabrakan sehingga akan mengakibatkan sinyal yang dikirimkan menjadi tidak baik saat diterima.



Gambar 2. Sinyal *Over-modulated*

Nilai RF Level adalah nilai tegangan RF *carrier*, seperti diketahui bahwa sinyal referensi (*carrier*) maupun sinyal variabel (*sideband*) masing-masing termodulasi AM, sehingga untuk mengetahui tinggi amplitudo sinyal tersebut perlu dilihat dari RF levelnya. Nilai TX Power adalah nilai keluaran daya pada *transmitter*.

#### B. Analisis Data Parameter DME

Nilai Delay adalah nilai jeda antara sinyal interogasi (sinyal dari pesawat) dengan sinyal balasan (sinyal dari stasiun DME), nilai normal delay adalah sebesar 50  $\mu$ s. Nilai Spacing adalah jarak spasi antara kedua pulsa, dimana sinyal interogasi maupun sinyal balasan pada sistem DME berupa pasangan-pasangan pulsa, nilai spacing yang normal adalah sebesar 12  $\mu$ s. TX Power adalah nilai keluaran daya *transmitter*.

Berdasarkan sampel data yang ada dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem DVOR dalam rentang waktu 7 hari beroperasi dengan normal.

### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu hasil analisis kinerja sistem DVOR dan DME pada Navigasi Penerbangan adalah DVOR berfungsi untuk memandu pesawat dalam proses tinggal landas (*take-off*) dan pendaratan (*landing*). DME berfungsi memberitahu pesawat informasi jarak pesawat dengan stasiun DME yang berada di darat berupa jarak diagonal. Kinerja sistem DVOR dan DME pada rentang sampel waktu yang diambil dapat dinyatakan normal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada AirNav Indonesia Distrik Tanjungpinang yang telah memberikan wawasan, waktu serta tempat untuk menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahab, Riva'atul Adaniyah (2014) Penggunaan Alat dan Perangkat Telekomunikasi dalam Sistem Navigasi dan Komunikasi Aktivitas Perikanan di Pelabuhan Perikanan Bitung *The Use of Telecommunication Devices and Set of Equipments in Navigation and Communication System of Fishery Activities in Bitung Fishery Port*. Buletin Pos dan Telekomunikasi.
- [2] Wibowo, Indra Sulistyio (2009) Perancangan Program Simulasi Titik Koordinat Pendaratan Pesawat Menggunakan Interpolasi Polinomial Tiga Dimensi. Skripsi S1.
- [3] Jeppesen Sanderson Inc. (2004) *Radio Navigation*. Germany: Atlantic Flight Training Ltd.
- [4] Skaufel, Daniel (2005) *Dual Polarized Omnidirectional Antenna*. Master Degree Project, KTH Electrical Engineering.
- [5] Dodge, Steven M. (1973) *A Comparative Analysis Of Area Navigation Systems For General Aviation*. Cambridge: Department of Aeronautics and Astronautics.
- [6] SELEX Systems Integration (2011) *Operation and Maintenance Manual: Model 1118A/1119A Distance Measuring Equipment (DME)*. Overland Park: SELEX Systems Integration Inc.