

Simulasi Azimuth Vor Melalui Posisi Side Band Antenna

Totok Warsito¹, Muhammad Rifai², Yuyun Suprpto³, Bambang Bagus H⁴

¹²³⁴Politeknik Penerbangan Surabaya

Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236

Email : twarsito@yahoo.com

ABSTRAK

Penunjukan Azimuth oleh DVOR dalam navigasi pesawat dilakukan saat terjadi modulasi diudara yang dipancarkan oleh sideband antenna dan reference antenna, sinyal tersebut akan diterima oleh receiver pesawat sehingga pesawat dapat mengetahui posisinya terhadap DVOR. Proses identifikasi sinyal Azimuth tersebut juga dapat diketahui dari blending signal yang dihasilkan oleh Ground Station dengan menghitung selisih waktu pancar antara sideband antenna no 1(sebagai reference) dengan sideband antenna lainnya yang kemudian dikonversi dalam besaran Azimuth. perhitungan selisih waktu oleh pemancar diproses melalui mikrokontroller dengan terlebih dahulu melewati sistem filter. Filter berfungsi untuk mendeteksi sinyal output DVOR Ground Station agar bisa terbaca oleh mikrokontroller .Penggunaan system monitoring ini diharapkan bisa memastikan sinyal yang dihasilkan oleh ground station dalam kondisi siap pancar serta dalam kondisi bagus.

Kata kunci : DVOR, Mikrokontroller, Blending Signal, Sideband Antenna.

I. PENDAHULUAN

VOR (Verry High Omni Directional Range) adalah salah satu peralatan navigasi udara yang direkomendasikan oleh ICAO dan dikenalkan sebagai alat bantu untuk memandu pesawat dalam jarak dekat maupun medium.

VOR (VHF omnidirectional range) adalah fasilitas navigasi penerbangan yang bekerja dengan menggunakan frekuensi radio pada range 108 Mhz – 118 Mhz dan dipasang pada suatu lokasi tertentu didalam atau diluar lingkungan bandara yang berfungsi untuk memberikan informasi azimuth, bearing pesawat terhadap VOR.

Prinsip VOR adalah pengukuran sudut fase dua signal 30 Hz yang dipancarkan oleh station. Satu sinyal (reference signal) diradiasikan pada fase yang tetap di semua arah. Untuk 30 Hz signal yang kedua (sinyal variable) bergantung pada perubahan fase

yang diakibatkan oleh pancaran signal yang dipancarkan mengelilingi sinyal referensi yang mengakibatkan adanya azimuth.

Dalam penerapannya di bandar udara DVOR dipancarkan dengan menggunakan composite signal untuk kemudian diterima oleh receiver pesawat dan diterjemahkan oleh receiver berupa Azimut pesawat terhadap bandara, akan tetapi dalam sistem pembelajaran peralatan DVOR yang ada di Laboratorium Navigasi peralatan tersebut tidak memancarkan composite signal.

Berangkat dari hal tersebut diatas kami mencoba mengadakan suatu penelitian simulasi azimuth VOR melalui posisi side band Antenna di akademi teknik dan keselamatan penerbangan surabaya.

II. LATAR BELAKANG

Definisi dan Prinsip Dasar

VOR (Very High Omni Directional Range) adalah salah satu peralatan navigasi udara yang direkomendasikan oleh ICAO dan dikenalkan sebagai alat bantu untuk memandu pesawat dalam jarak dekat maupun medium.

VOR (VHF omnidirectional range) adalah fasilitas navigasi penerbangan yang bekerja dengan menggunakan frekuensi radio pada range 108 Mhz – 118 Mhz dan dipasang pada suatu lokasi tertentu didalam atau diluar lingkungan bandara yang berfungsi untuk memberikan informasi azimuth, bearing pesawat terhadap VOR.

Prinsip VOR adalah pengukuran sudut fase dua signal 30 Hz yang dipancarkan oleh station. Satu sinyal (reference signal) diradiasikan pada fase yang tetap di semua arah. Untuk 30 Hz signal yang kedua (sinyal variable) bergantung pada perubahan fase yang diakibatkan oleh pancaran signal yang dipancarkan mengelilingi sinyal referensi yang mengakibatkan adanya azimuth.

Menggunakan VOR receiver yang diinstal pada pesawat pilot akan mendapatkan informasi DVOR sebagai berikut

- Azimuth pesawat terhadap ground beacon yaitu sudut antara magnetic north dengan arah ground beacon terhadap pesawat.
- Bearing yang mengindikasikan pesawat terbang ke kanan atau kekiri
- To/From yang mengindikasikan pesawat mendekati DVOR atau menjauhi DVOR

VOR Method

RF Sinyal diradiasikan oleh VOR yang termodulasi dengan dua signal gelombang sinus 30 Hz. Kedua sinyal 30 Hz mempunyai hubungan fase bergantung dari arah mana sinyal itu diterima. Hubungan fase identik dengan sudut antara North arah relative

pesawat terhadap Ground Beacon (azimuth). 30 Hz sinyal reference dan 30 Hz sinyal variable termodulasi dengan cara yang berbeda. Sinyal reference memodulasi subcarrier $f_o \pm 9960$ Hz dengan perubahan ± 480 Hz.

Subcarrier kemudian dipancarkan sebagai amplitude modulation dengan termodulasi sebesar 30% dipolarisasikan secara horizontal dengan omni directional characteristic. Carrier f_o termodulasi juga dengan ident (1020 Hz) dan juga Voice (300 - 3000 Hz).

Sinyal variable Untuk pengamat di wilayah yang jauh, frekwensi dari sideband akan berubah pada kecepatan 30 Hz (karena efek doppler). Sub-pembawa oleh karena itu dimodulasikan oleh 30 Hz secara FM. Sub-pembawa kemudian dimodulasikan di udara ke pembawa VHF. Karena perputaran dari antena sideband inilah, maka fase dari sinyal variabel berbeda untuk posisi yang berbeda dari pesawat.

Fasa dari sinyal variable inilah yang dibandingkan dengan fasa dari sinyal reference, sehingga perbedaan fasa yang terjadi merupakan informasi bearing / azimuth. Informasi bearing adalah pemisahan dari dua sinyal 30 Hz dan mengukur perbedaan fase diantara mereka. Bearing dari pesawat berkenaan dengan setasiun VOR harus diantara 0^0 dan 360^0 .

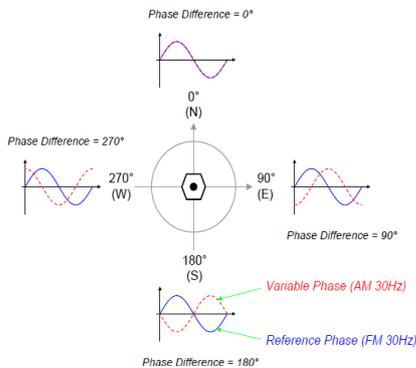
Perbedaan fase diantara kedua sinyal harus juga diantara 0^0 dan 360^0 . Ini berarti bahwa perbedaan fase diantara dua sinyal 30 Hz adalah langsung merepresentasikan bearing

$$f = \pi \times \frac{D}{\lambda_0} \times f_n$$

pesawat. Sudut azimuth 0^0 (North) mempunyai perbedaan fase antara 2 sinyal adalah 0^0 . Sudut Azimuth 180^0 (South) mempunyai perbedaan fase 180^0 . Dengan sudut azimuth 90^0 (East) mempunyai

APPROACH

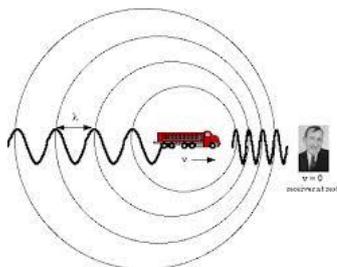
perbedaan fase 90°, dan dengan sudut azimuth 270° (west) adalah 270°. Gambar 2 menunjukkan perbedaan fase yang dihasilkan oleh sinyal reference yang tetap dengan sinyal variable yang terpancar dari arah yang berbeda.



Gambar 2.1 hubungan fase antara sinyal variable dan sinyal reference

Efek Doppler

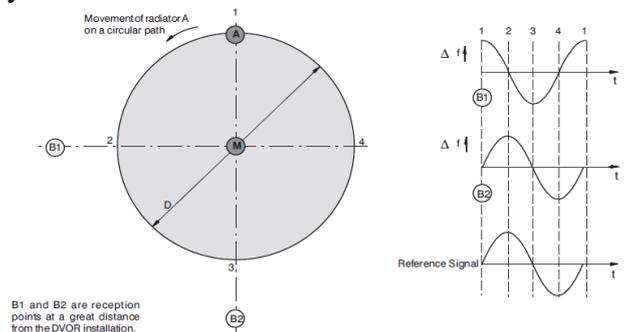
Efek Doppler adalah efek yang ditimbulkan karena perubahan frekuensi yang diterima oleh pengamat dimana jika sumber mendekat penerima maka frekuensi yang diterima juga semakin besar sedangkan apabila sumber menjauhi penerima frekuensi yang diterima semakin kecil pula. Efek Doppler ini diterapkan pada analisis DVOR.



Gambar 2.2 Ilustrasi Efek Doppler

Pada gambar 2.3 menunjukkan bahwa frekuensi dengan efek Doppler. Jika Omni directional antenna A mengorbit secara mekanis counterclockwise, frekuensi diukur oleh dua pengamat B1 dan B2 yang akan bertambah atau berkurang sesuai dengan efek Doppler, dan juga bergantung pada mendekati atau menjauhi antenna. Frekuensi deviasi Δf merupakan fungsi dari frekuensi orbit f_n , Diameter D dari orbit dan panjang gelombang λ , kesemuanya ini mempunyai hubungan yang dapat dirumuskan sebagai

Jika A memulai mengorbit pada point 1 dan lanjut ke 2 dan seterusnya, frekuensi yang diterima oleh pengamat B1 dan B2 akan berubah. Jika sinyal reference dengan frekuensi yang sama dipancarkan dalam waktu yang sama secara omni directional, antenna tengah M, sudut fase antara sinyal reference (antenna M) dan frekuensi yang berubah (antenna A) akan sesuai dengan azimuth (posisi pengamat). Hubungan fase sinyal M dan A satu sama lain sebagai azimuth. Reference point magnetic north, dimana kedua sinyal sefase.



Gambar 2.3. Efek Doppler dalam DVOR

Persamaan umum efek Doppler dapat dinyatakan dalam bentuk

$$f_p = \frac{V \pm V_p}{V \pm V_s} (f_s)$$

Dimana

f_p = frekuensi yang diterima pendengar

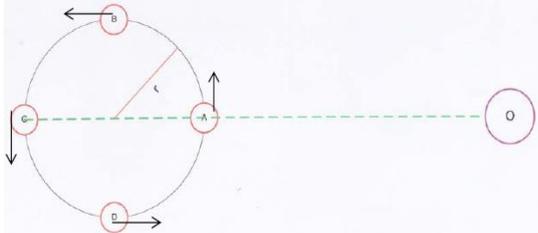
f_s = frekuensi sumber

APPROACH

Jurnal Teknologi Penerbangan

ISSN : 2548-8090 e-ISSN : 2548-810X

- V_p = kecepatan pendengar (m/s)
- V_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)
- V = kecepatan rambat bunyi di udara



Gambar 2.4 Perputaran antenna terhadap sumbu O

Gambar diatas menunjukkan menunjukkan sumber S berputar pada jumlah putaran per detik yang tetap mengelilingi lingkaran dengan jari-jari r . Arah dari pergerakan S selalu berubah,kecepatannya juga berubah. (besarnya kecepatan tetap). Berkenaan keadaan S pada titik A. Sumber S bergerak dalam arah yang ditunjukkan oleh kecepatan vektor V_s . Jarak antara S dan O tidak berubah. Berarti frekwensi diterima O pada keadaan ini tidak dimodifikasi oleh efek doppler.

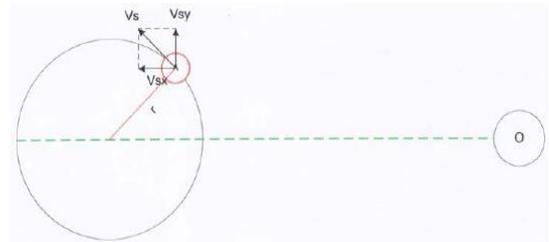
Kondisi yang sama terjadi pada posisi C. Saat posisi B atau D, efek doppler lebih ditunjukkan karena kecepatan dari perubahan diantara S dan O adalah lebih besar. Pada B, sumber S bergerak menjauh dari O dalam lintasan lurus. Pada D, sumber S bergerak menuju O dalam lintasan lurus.Pada keadaan umum saat S pada titik di lingkaran, katakan titik E. Dari analisis ini akan menghasilkan persamaan

$$V_s = \omega r$$

Dimana :

- V_s = kecepatan
- ω = kecepatan angular
- $= 2\pi f$ (orbital frekwensi)

r = radius

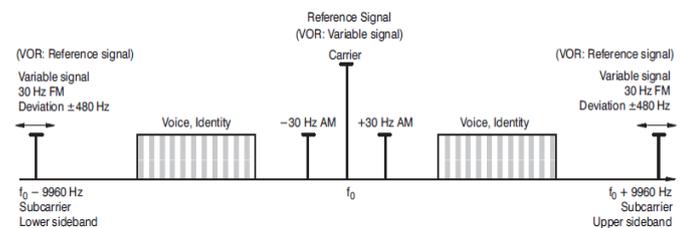


Gambar 2.5

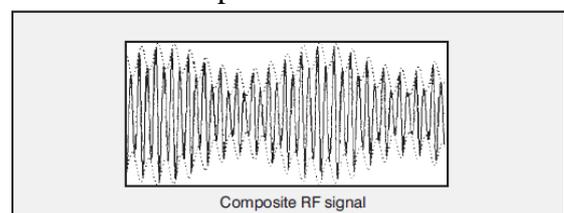
kecepatan variabel pada suatu titik

Selanjutnya, kedalaman modulasi dapat diukur dengan batas batas tertentu, dengan satandar normalnya yaitu

1. Sinyal 30 Hz modulation = 30 %
2. 9960 Hz modulation = 30 %
3. 9960 Hz deviation = 16
4. Voice = 30 %
5. Identity code = 10 %



Gambar 2.6. Spectrum frekuensi DVOR



Gambar 2.7 Sinyal amplitude yang termodulasi dengan 30 Hz dan 9960 Hz

Blending Fuction

Blending Function adalah metode penggabungan RF Signal, dimana bentuk gelombang yang dihasilkan secara terpisah oleh antenna ganjil dan antenna genap (berurutan dalam jumlah tertentu) dan saling menumpang satu sama lain yang dipancarkan secara electronic switching , sehingga akan

APPROACH

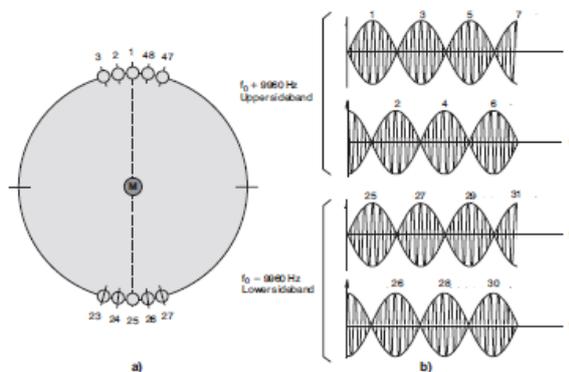
Jurnal Teknologi Penerbangan

ISSN : 2548-8090 e-ISSN : 2548-810X

menghasilkan sumber radiasi gelombang RF yang saling bergerak halus antara antenna yang satu dengan antenna yang lainnya. (dalam kasus ini adalah RF yang dihasilkan oleh Sideband Antena DVOR).

Cara terbentuknya blending function yaitu, jika menggunakan Double sideband ($f_0 + f_1$ dan $f_0 - f_1$), dua sideband yang titik fokus radiasinya mengorbit dalam arah yang sama dipancarkan oleh antenna berlawanan satu sama lain pada jalur orbit. Untuk mencapai efek ini antenna switching unit mengaktifkan sideband antenna 1 USB dan antenna sideband 25 lower sidebands secara bersamaan.

Ketika antenna 1 dan 25 mencapai puncak radiasi, dan sebelum turun antenna yang berdekatan 2 dan 26 diaktifkan dan ketika nyampe puncak radiasi sebelum turun secara drastic muncul kembali pancaran antenna 3 dan 27 dan begitu seterusnya. Metode aktivasi antenna sideband dan modulasi menghasilkan sinyal sideband secara kontinu, mengorbit hampir keseluruhan titik fokus pancaran USB dan LSB



Gambar 2.8 Proses blending function antenna dalam DVOR

Arduino Uno

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali

lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya.



Gambar 2.9 Board Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu *support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.

Arduino adalah merupakan sebuah board minimum system mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih

APPROACH

Jurnal Teknologi Penerbangan

ISSN : 2548-8090 e-ISSN : 2548-810X

membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.

Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

III. METODE

Desain dan Cara Kerja Alat

Antena *sideband* DVOR memancarkan sinyal USB dan LSB bersamaan dalam satu waktu secara berpasangan dan *switching* tiap antena *sideband* adalah 1/1440 detik atau dapat dikatakan kedua sinyal USB dan LSB dipancarkan oleh masing-masing antena *sideband* sebanyak 30 kali dalam satu detik. Kemudian sinyal USB dan LSB yang dipancarkan berupa *blending signal* dengan sinyal pemodulasi FM bernilai 9960 Hz dan deviasi sinyal ± 480 Hz. *Antenna Switching Unit* (ASU) merupakan bagian terakhir pada

transmitter DVOR sebagai distributor sinyal ke antena *sideband*. Sehingga output sinyal berupa *blending signal* USB dan LSB yang akan menjadi input pada rancangan alat ini.

Sinyal USB dan LSB ($f_c \pm 9960$ Hz) dengan *power* pancaran 3 Watt ini akan dicuplik dari *Antena Switching Unit* menggunakan *Splitter* dan kabel *coaxial* untuk menjadi input pada rancangan alat. Kabel *coax* terhubung dengan rangkaian *detector* yang berfungsi untuk menghilangkan sinyal *carrier* dan 9960 Hz. Output yang dihasilkan oleh rangkaian *detector* ini adalah sinyal 720 Hz. *Blending function* (720 Hz) akan diubah menjadi *square wave* oleh transistor. Dua rancangan detektor ini akan dibuat si peneliti, yang pertama dicuplik melalui antena *sideband* nomor satu, sedangkan rancangan kedua dicuplik melalui antena *sideband* lainnya. Rancangan kedua ini diberikan suatu saklar *single pole double throw* (spdt) untuk membedakan penggunaan antena nomor 1 sampai 24 dengan antena nomor 25 sampai 48.

Antena *sideband* nomor 1 seolah-olah bertindak sebagai fixed antena atau reference antena sedangkan 48 antena *sideband* lainnya bertindak sebagai variable antena. Beda waktu yang dipancarkan antena *sideband* nomor 1 dengan salah satu dari 48 antena akan dikonversi oleh Arduino Uno menjadi *azimuth*. *Azimuth* yang dihasilkan adalah kelipatan dari $7,5^\circ$ antar antena *sideband*. Perhitungan ini diperoleh dari 360° dibagi dengan 48 antena *sideband*.

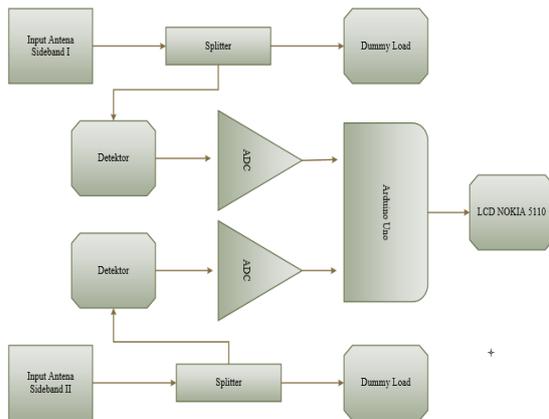
Dengan demikian, adanya rancangan alat ini memberikan 2 pernyataan, yakni penunjukan sinyal 30 Hz dan *azimuth* dengan kelipatan $7,5^\circ$ yang dibentuk dari konversi 2 signal yang memiliki perbedaan waktu (*delay time*).

APPROACH

Konsep Dasar Rancangan

Berdasarkan kondisi yang telah disampaikan diatas, penulis akan membuat suatu konsep dasar untuk mempermudah pemahaman prinsip kerja rancangan. Konsep dasar tersebut adalah sebagai berikut :

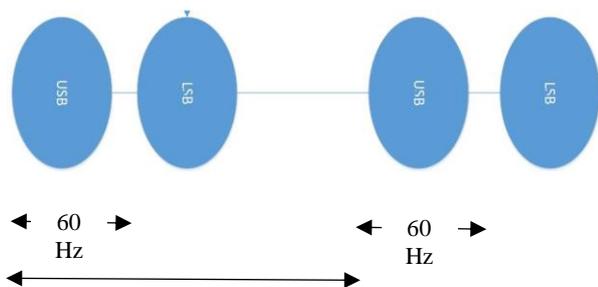
Blok Diagram



Gambar 3.1 Blok Diagram Rancangan
Sumber : Hasil Olahan Penulis (2017)

Keterangan :

1. Input USB (carrier + 9960 Hz) dan LSB (carrier - 9960 Hz) adalah input yang diambil dari antena sideband unit yang berbentuk blending signal.
2. Splitter adalah alat pembagi frekuensi, dimana output 1 ke dummy load dan output 2 akan masuk ke dalam detektor.



Gambar 3.2 Ilustrasi blending signal
Sumber : Hasil Olahan Penulis (2017)

3. Detektor adalah rangkaian yang berfungsi untuk mendeteksi *blending function* (720 Hz). Untuk menghilangkan sinyal *carrier* digunakan rangkaian *RC time constant*, yakni resistor dan kapasitor. Berikut rumus *RC time constant* :

$$RC \text{ time constant} = R \times C$$

Perhitungan konsep rangkaian :

$$RC \text{ time constant} = 100 \Omega \times 1 \text{ pf}$$

$$RC \text{ time constant} = 10 \text{ ns}$$

$$f = \frac{1}{RC \text{ time constant}}$$

$$f = \frac{1}{10 \text{ ns}}$$

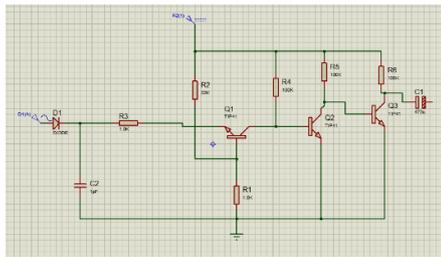
$$f = 100 \text{ MHz}$$

Hasil yang dideteksi oleh rangkaian ini adalah diatas frekuensi 100 MHz. Output dari 720 Hz dari detektor adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Ilustrasi output detektor
Sumber : Hasil Karya Penulis (2017)

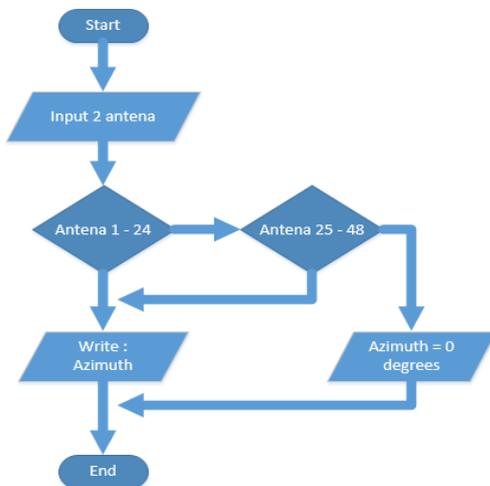
4. Gambar segitiga adalah gambar penguat daya, penguat daya disusun dengan beberapa transistor. Penguat ini diatur sebagai *common base* yang berfungsi untuk menguatkan tegangan. Hal ini dimaksudkan agar output signal berupa *square wave* dan *output signal* sefase (*in-phase*) dengan input signal, rangkaian ini disebut juga dengan *Analog to Digital Converter* (ADC). Adapun rangkaian penguat dan output signal yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Rangkaian penguat dan ilustrasi outputnya

Sumber : Hasil Karya Penulis (2017)

5. Arduino Uno berfungsi untuk memproses pembentukan azimuth dari perbedaan waktu (delay time) pancar dari 2 antena sideband yang akan di tampilkan pada LCD 5110. Berikut ini adalah flow chart Arduino Uno :



Gambar 3.5 Flowchart Arduino Uno

Sumber : Hasil Karya Penulis 2017

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Output Splitter

Splitter merupakan pembagi frekuensi yang outputnya akan mengalami pelemahan (*attenuate*) level. level. Input akan dicuplik dari salah satu antena *sideband* dan hasilnya akan ditampilkan di *oscilloscope*. Splitter dibuat dari pipa ukuran 1 *dim*, konektor RG58 (*male and female*), plet tembaga, kabel BNC dan F konektor BNC.

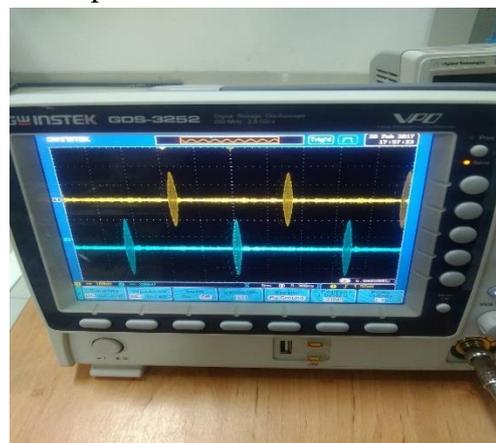
Adapun instrumen yang dibutuhkan dalam pengukuran output rangkaian adalah sebagai berikut :

1. Rangkaian Splitter
2. *Oscilloscope*

Langkah pengujian :

1. Sisipkan splitter 50 Ω yang telah dibuat dan *oscilloscope*.
2. Kalibrasi *oscilloscope* (jika menggunakan analog).
3. Pasangkan splitter pada antena *sideband* seperti gambar 4.1 dibawah.
4. Lihat output sinyal pada tampilan *oscilloscope*

Berikut adalah hasil pengukuran yang didapatkan berdasarkan percobaan yang telah dilakukan penulis :



Gambar 4.1 Output splitter 50 Ω

APPROACH

Jurnal Teknologi Penerbangan

ISSN : 2548-8090 e-ISSN : 2548-810X

Sumber : Hasil karya penulis 2017

Gambar diatas merupakan hasil pengukuran oleh peneneliti. Rangkaian splitter mendapatkan input sinyal USB dan LSB dari antenna *sideband unit*. Output antenna tersebut akan dicuplik oleh F konektor BNC dengan kapasitor yang berfungsi sebagai *bypass AC signal*. Level yang ditampilkan di *oscilloscope* berdasarkan nilai resistansi yang dipasang pada splitter, semakin besar nilai resistor yang dipasang maka semakin kecil level yang dihasilkan oleh splitter.

Pengukuran *Blending Function* 720 Hz

Blending function dalam sinyal USB dan LSB yang dicuplik dari antenna *sideband unit* adalah sebesar 720 Hz. hal ini di dapat dari pembagian antenna *sideband*, yakni antenna ganjil dan genap. Pancaran sinyal USB dan LSB oleh antenna *sideband* dilakukan secara berpasangan. Sebagai contoh sinyal USB akan dipancarkan oleh antenna *sideband* nomor 1, sedangkan sinyal LSB akan dipancarkan oleh antenna *sideband* nomor 25.

Pancaran antenna *sideband* DVOR G/S ini dilakukan secara berurutan berlawanan dengan arah jarum jam (*counter clockwise*). Beda fase antara antenna *sideband* ganjil dengan antenna *sideband* genap adalah 90°. Pancaran sinyal ini diatur oleh antenna *switching unit*, dengan demikian beda waktu pancar antar antenna *sideband* adalah sebesar 1440 Hz. Nilai ini didapat dari:

$$T = 1/30 \text{ detik} : 48 \text{ antenna}$$

$$T = 1/1440 \text{ detik}$$

Sedangkan beda waktu pancar antar antenna ganjil (*odd antenna*) atau antar antenna genap (*event antenna*) adalah 720 Hz. Nilai ini didapat dari :

$$T = 1/30 \text{ detik} : 24 \text{ antenna}$$

$$T = 1/720 \text{ detik}$$

Dengan demikian, jika beda fase antar antenna ganjil atau antar antenna genap sebesar 180°, maka nilai *blending function* adalah 720 Hz. Kemudian beda waktu pancar antar sinyal USB dan sinyal LSB adalah 1/60 detik. Gambar hasil sampling signalnya sebagai berikut :



Gambar 4.2 Output salah satu antenna *sideband*

Sumber : hasil karya penulis 2017

Hasil perhitungan menurut gambar diatas adalah :

$$T = N : F$$

$$T = 12 : 720 \text{ Hz}$$

$$T = 1/60 \text{ s.}$$

Ket : T = beda waktu atau periode (s)

N = jumlah siklus

F = frekuensi (Hz)

Pelemahan (*Attenuation*) tegangan sinyal diatas adalah:

$$\begin{aligned} \text{dB} &= 20 \text{ Log } 10 (V_{out}/V_{in}) \\ &= 20 \text{ Log } 10 (4V / 30V) \\ &= 20 [\text{Log } 10 (4V) - \text{Log } 10 (30V)] \\ &= 20 (0,602 - 1,477) \\ &= 20 (- 0,875) \\ &= - 17,5 \end{aligned}$$

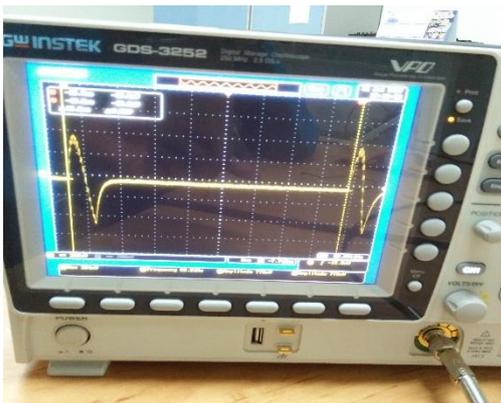
APPROACH

Jurnal Teknologi Penerbangan

ISSN : 2548-8090 e-ISSN : 2548-810X

Pengujian Detektor dan ADC

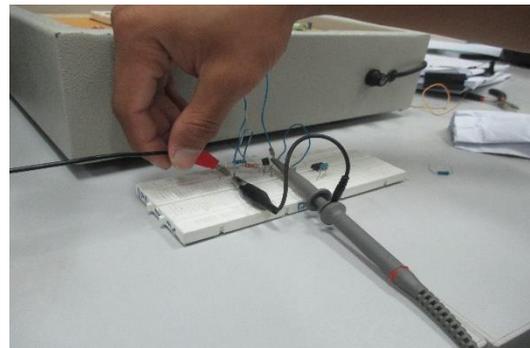
Detektor adalah sebuah rangkaian untuk memisahkan sinyal informasi dengan sinyal *carrier*. Dalam penelitian ini detektor berfungsi untuk memisahkan *blending shape* dengan sinyal *carrier*. output *blending shape* nantinya akan di konversi dalam bentuk digital untuk dijadikan input arduino uno. Konversi dari analog ke digital dinamakan *Analog to Digital Converter*. Konverter ini dapat menggunakan IC atau transistor, namun karena sifat IC yang sensitif maka peneliti menggunakan transistor dalam mengubah sinyal tersebut. Output yang dihasilkan oleh detektor adalah 400 mV, hasil output ini sangat kecil dikarenakan *recovery time* oleh diode tidak mencukupi untuk frekuensi tinggi. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti menggunakan bias *common base* transistor dan *voltage divider* agar bias *base-emitter* dapat diatur. Berikut ini adalah output *blending signal* :



Gambar 4.3 Output *blending function*
Sumber : hasil karya penulis 2017

Slope atau sinyal informasi yang didapatkan dari rangkaian detektor ditunjukkan oleh tampilan *oscilloscope* diatas yang berwarna kuning dan untuk mendapatkan sinyal tersebut adalah dengan menghilangkan sinyal *carrier*. Sinyal *carrier* dapat dihilangkan dengan rangkaian *RC time*

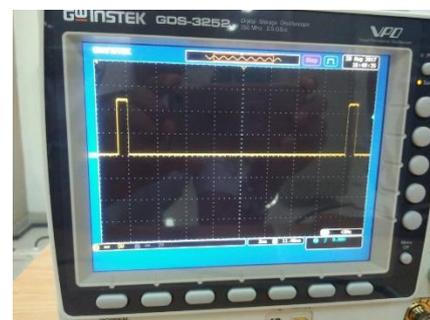
constant. *RC time constant* adalah waktu yang diperlukan sebuah rangkaian dalam mengisi dan membuang muatan yang ada pada kapasitor. Pada saat *discharge* terdapat *delay time* atau dalam artian kapasitor akan melepaskan muatan secara perlahan-lahan. Sehingga rangkaian ini sangat cocok untuk mendemodulasi sinyal AM. Berikut adalah rangkaian detektor AM :



Gambar.4.4 Rangkaian detektor AM
Sumber : hasil karya penulis 2017

Komponen-komponen yang digunakan dalam rangkaian diatas adalah :

1. Dioda germanium 1n60p
2. *Electrolit condensator* (1 pf)
3. Resistor 100 Ω , 22k, 1.2k, 100k
4. Transistor TIP 41
5. Baterai 9 volt



Gambar 4.5 Output ADC
Sumber : Hasil karya penulis

APPROACH

Jurnal Teknologi Penerbangan

ISSN : 2548-8090 e-ISSN : 2548-810X

Pengujian Alat

Pengujian akhir ini dilakukan untuk membuktikan bahwa *azimuth* yang didapatkan dari perbedaan waktu pancar dari antena *sideband* nomor 1 dengan yang lain, yakni dengan mencuplik sinyal dari antena 1 yang dimasukkan ke dalam pin 10 digital pada arduino uno dan sinyal dari antena *sideband* nomor 1 sampai 48 yang dimasukkan ke dalam pin 11 atau 12 arduino uno. Untuk antena *sideband* nomor 1 sampai 24 akan masuk ke dalam pin 11 sedangkan antena *sideband* nomor 25 sampai 48 akan dimasukkan ke dalam pin 12 arduino uno, perpindahan dari pin 11 kepada pin 12 adalah dengan mengoperasikan *switch spdt* pada output detektor.

Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Beda waktu pancar untuk antena *sideband* nomor 1 sampai 24

Antena Sideband (Nomor) Terhadap Antena Nomor 1	Beda waktu (s)	<i>Azimuth</i>	Keterangan
1	1/60	360°	Azimuth yang akan diterima pesawat untuk <i>range azimuth</i>
2	1/1440	360°-7,5°	
3	1/720	360°-15°	
4	1/480	360°-22,5°	
5	1/360	360°-30°	
6	1/288	360°-37,5°	
7	1/240	360°-45°	
8	7/1440	360°-52,5°	
9	1/180	360°-60°	
10	1/160	360°-67,5°	

11	1/144	360°-75°	utara dan timur
12	11/1440	360°-82,5°	
13	1/120	360°-90°	Azimuth yang akan diterima pesawat untuk <i>range azimuth</i> timur dan selatan
14	13/1440	360°-97,5°	
15	7/720	360°-105°	
16	1/96	360°-112,5°	
17	1/90	360°-120°	
18	17/1440	360°-127,5°	
19	1/80	360°-135°	
20	19/1440	360°-142,5°	
21	1/72	360°-150°	
22	7/480	360°-157,5°	
23	11/720	360°-165°	
24	23/1440	360°-172,5°	

Sumber : Hasil Pengukuran Penulis (2017)

Tabel 4.2 Hasil Perbandingan Beda waktu pancar untuk antena *sideband* nomor 25 sampai 48

Antena Sideband (Nomor) Terhadap Antena Nomor 1	Beda waktu (s)	<i>Azimuth</i>	Keterangan
25	1/60	360°-180°	Azimuth yang akan diterima pesawat untuk <i>range azimuth</i>
26	1/1440	360°-187,5°	
27	1/720	360°-195°	
28	1/480	360°-202,5°	
29	1/360	360°-210°	
30	1/288	360°-217,5°	

APPROACH

Jurnal Teknologi Penerbangan

ISSN : 2548-8090 e-ISSN : 2548-810X

31	1/240	360°-225°	selatan dan barat
32	7/1440	360°-232,5°	
33	1/180	360°-240°	
34	1/160	360°-247,5°	Azimuth yang akan diterima pesawat untuk range azimuth barat dan utara
35	1/144	360°-255°	
36	11/1440	360°-262,5°	
37	1/120	360°-270°	
38	13/1440	360°-277,5°	
39	7/720	360°-285°	
40	1/96	360°-292,5°	
41	1/90	360°-300°	
42	17/1440	360°-307,5°	
43	1/80	360°-315°	
44	19/1440	360°-322,5°	
45	1/72	360°-330°	
46	7/480	360°-337,5°	
47	11/720	360°-345°	
48	23/1440	360°-352,5°	

Sumber : Hasil Pengukuran Penulis (2017)

Berdasarkan tabel diatas maka diperoleh hasil berupa *azimuth* pada pengukuran dengan membandingkan beda waktu pancar antar antenna sideband. menggunakan *oscilloscope*. *Azimuth* yang ditampilkan berlawanan dengan jarum jam (*counter clockwise*) sehingga saat diterima di *receiver* pesawat sesuai dengan *azimuth* sebenarnya (*clockwise*). Penunjukkan *azimuth* diatas diukur dengan membandingkan beda waktu pancar antar antenna *sideband* melalui input pin digital 10, 11 atau 12 pada arduino uno. beda waktu pancar sinyal setiap

bergeser satu antenna *sideband* adalah sebesar -7,5°. Sehingga akan sesuai dengan perhitungan dari rumus :

$$-360^\circ / 48 \text{ antenna} = -7,5^\circ/\text{ant}$$

Ket : tanda (-) menunjukkan arah pancaran antenna (*counter clockwise*)

Contoh, beda waktu pancar sinyal yang diperoleh antenna nomor 13 terhadap antenna *sideband* nomor 1 adalah :

Beda Fase = (Nomor antenna - 1) x -7,5°/ant

$$= (13 - 1) \times -7,5^\circ$$

$$= 12 \times -7,5^\circ$$

$$= -90^\circ$$

Jadi, sinyal yang akan ditampilkan pada *display LCD* nokia 5110 adalah -90° yang diperoleh dengan perbandingan waktu pancar dari antenna *sideband* nomor 1 (*reference*) yang masuk ke pin 10 dengan antenna *sideband* nomor 13 (*variable*) yang masuk ke pin 11.

IV. V. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitianSebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sinyal RF *subcarrier* yang dipancarkan oleh antenna *sideband* terdiri dari frekuensi 9960 Hz dengan deviasi sinyal FM ± 480 Hz termodulasi dengan frekuensi *carrier* untuk membentuk sinyal *blending function* 720 Hz.
2. *Delay time transmit signal* yang dipancarkan oleh tiap-tiap antenna *sideband* DVOR sebesar 1440 Hz yang mewakili *azimuth* -7,5°.
3. Karena sinyal 30 Hz *Reference* dengan 30 Hz *Variable* pada antenna *sideband* nomor 1 *inphase*, maka sinyal RF pada antenna *sideband* nomor 1 digunakan sebagai sinyal referensi pada karya ilmiah ini.

APPROACH

Jurnal Teknologi Penerbangan

ISSN : 2548-8090 e-ISSN : 2548-810X

4. Rancangan alat pada karya ilmiah ini dapat membuktikan bahwa *delay time transmit signal* antar antena *sideband* yang dijadikan sebagai input rancangan alat dapat diamati dengan *oscilloscope* dan simulasi *azimuth* dapat dilihat dari LCD nokia 5110.
5. Alat ini memberikan keuntungan pihak lain dalam hal pembelajaran, yakni setiap taruna dapat mengetahui *output signal* dari satu antena *sideband* yang berupa USB (*Upper Side Band*) dan LSB (*Lower Side Band*).
6. Rancangan alat ini dapat memberikan penjelasan kepada taruna dengan menggunakan metode lain dalam pembentukan *azimuth* yang didapatkan dari konversi signal antar 2 antena *side band*.

Saran

Penelitian ini dapat dipergunakan sebagai :

1. Sebagai media pembelajaran dalam materi *Radio Aids Navigation (RAN)* tentang *Doppler Very High Frequency Omni Range* pada semester III program Diploma III Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara yang dapat digunakan dalam praktikum untuk menghitung nilai *azimuth* melalui beda waktu pancar signal.
2. Alat ini dapat digunakan sebagai pembanding dengan peralatan sebelumnya dimana nilai *azimuth* signal hanya didapatkan dari modulasi sinyal *reference* dan sinyal *variable* di udara.

3. Bisa digunakan untuk peneliti selanjutnya sebagai bahan referensi dalam mengupayakan peningkatan kualitas peralatan sesuai dengan perkembangan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. W. Earp, B.A., M.I.E.E. "Features of a new Doppler VOR beacon" Proc. Iee, Vol. 112, No. 4, April 1965
- [2] Hayt, William H, Jack E. Kemmerly & Steven M. Durbin. 2005. *Rangkaian Listrik*, edisi keenam. Jakarta : Erlangga.
- [3] ICAO, July 1996, International Standards and Recommended Practices, Annex 10
- [4] Krauss, Herbert L, Charles W. Bostian dan Frederick H.Raab. 1990. Teknik Radio Benda Padat. Jakarta : Universitas Indonesia.
- [5] Jonathan Oxe & Hugh Blemings .2009. Practical Arduino Cool Projects for Open Source Hardware United States of America
- [6] Simarmata, Sylvester Lemeda. 2008. *Analisis Rangkaian Linier*. Jakarta : Erlangga.
- [7] World Heritage Encyclopedia. 2015. *Kisaran Omnidirectional VHF*. Inggris : World Heritage Encyclopedia.
- [8] Dorey, Brian. 2014. *Variable RF Signal Sampler*.