

# DESIGNING AND BUILDING A NAVIGATION SYSTEM AS A LONG DISTANCE MONITORING USING GPS WHICH OPERATE IN PAPUA PROVINCE IN TIOM – WAMENA ROUTE

*Teguh asfriyanto, ST., MT*  
Email address : teguhasfriyanto@ymail.com

## ABSTRACT

This study was to design the prototype of navigation system to monitor an aeroplane by applying GPS operated in a Papua province, especially in the areas of Tiom an Wamena. The system consisted of two units. The first unit consisting of GPS Receiver, Microcontroller, and VHF Transmitter was placed inside the craft. The second unit, consisting of VHF Receiver, Serial USB Converter, Personal Computer was located at the ATC of the airport. The first unit received data from navigation satellit, processed, and sent the data using VHF wave to ATC in the airport. The received data was then further processed and displayed on PC monitor in the form of aeroplane position (Cordinate, heading, velocity, and traffic time according the data). The unit at the ATC was then guide pilot using VHF Transceiver.

The design has been successfully constructed and tested. The unit placed inside the aeroplane received the navigation data from the navigation satellite. The PC monitor at the ATC displayed navigation data in the form of map that easily read by the staff of ATC. They, then were able to inform the positions or the track to the pilot in the aeroplane immediately Therefore, the design developed in this study, namely navigation system based on GPS, might solve the navigation problem in Papua areas, especially the route between Tiom and Wamena

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang dan Rumusan Masalah

Keselamatan dalam dunia transportasi adalah sesuatu yang mutlak. Keselamatan penerbangan ini membutuhkan peralatan yang memadai sesuai dengan persyaratan penerbangan. Untuk propinsi Papua, probabilitas keselamatan penerbangan sangat kecil dikarenakan peralatan navigasi pada *ground station* sangat minim. Kecelakaan penerbangan dipropinsi papua kebanyakan dipicu oleh faktor cuaca buruk yang mengakibatkan jarak pandang menjadi pendek, hal ini diperburuk oleh kondisi alam papua yang mayoritas pegunungan dengan ketinggian diatas 14,000 ft. Pada saat manusia terbang diatas ketinggian lebih dari 9,000 ft

maka akan mengalami hilang kesadaran di karenakan kekurangan oksigen. Akibatnya pesawat yang terbang di daerah Papua harus terbang rendah di sela-sela pegunungan.

Seorang pilot membutuhkan jarak pandang yang jauh untuk menentukan arah pesawat terbang agar tidak menabrak gunung, apabila pilot terjebak pada cuaca buruk dengan jarak pandang yang pendek, akibatnya pilot menjadi sulit untuk menentukan arah pesawat, sehingga pilot menjadi bingung dalam menentukan arah pesawat terbang. Hal ini dapat mengakibatkan disorientasi secara psikologis yang membuat seorang pilot salah dalam menentukan arah yang berujung pada kecelakaan.

Alat yang digunakan saat ini untuk mengidentifikasi keberadaan dan lokasi

pesawat terbang yang sedang beroperasi adalah RADAR. *Air Traffic Control* (ATC) menggunakan *Radio Detection and Ranging* (RADAR) untuk memandu pesawat. Perangkat RADAR ini bekerja dengan cara memancarkan gelombang radio dengan frekuensi sangat tinggi ke segala arah dan apabila gelombang radio tersebut mengenai suatu benda akan dipantulkan oleh benda itu dan pantulan tersebut diterima kembali oleh RADAR dan dikonversi menjadi posisi atau letak dari benda tersebut dalam sebuah layar monitor. RADAR mempunyai banyak kekurangan antara lain dikarenakan frekuensi gelombang radio yang digunakan sangat tinggi maka RADAR akan bekerja dengan baik apabila objek dan RADAR berada dalam *line of sight*, sehingga kinerja RADAR akan jauh berkurang apabila ada penghalang antara objek dan RADAR, dan menjadi kurang efektif digunakan pada daerah papua yang didominasi pegunungan.

Di negara yang telah maju sistem navigasi dan telekomunikasinya seperti Amerika, menggunakan informasi sinyal GPS dari pesawat terbang sama seperti yang penulis buat, tetapi proses pengiriman data menggunakan internet dan BTS-BTS yang terpasang di daerah pegunungan, hal ini membutuhkan biaya pembuatan infrastruktur, operasional dan perawatan yang sangat besar sehingga menjadi tidak efisien. Dari latar belakang masalah ini penulis akan memanfaatkan dan mengembangkan teknologi navigasi berbasis GPS dengan cara mengirimkan data GPS dari pesawat terbang menggunakan gelombang VHF kepada ATC, dengan demikian ATC dapat mengetahui pergerakan dan posisi pesawat sehingga dapat mengoreksi kesalahan rute pesawat terbang agar kecelakaan dapat dihindari dan dilihat dari infrastruktur, biaya operasional dan perawatan sangat efektif dan efisien .

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem navigasi yang mampu menentukan posisi dan kecepatan dengan memanfaatkan sinyal dari satelit navigasi yang mengorbit pada lintasannya. Pemanfaatan sinyal dari satelit navigasi tersebut dapat menghasilkan informasi berupa waktu, posisi suatu benda

dalam ruang tiga dimensi (*longituda, latituda, dan altitude*) pada permukaan bumi, dan kecepatan terhadap titik referensi tertentu.

### Ruang Lingkup Kajian

Masalah yang dikaji dalam Tesis ini antara lain : Pembuatan simulasi sistem GPS yang mendukung manajemen lalu lintas udara berupa *hardware* dan *software* yang dapat menampilkan posisi pesawat udara di provinsi Papua, beserta analisis komunikasi digital yang digunakan.

### Tujuan

Tujuan Tesis ini adalah memberi solusi bahwa sistem GPS sebagai sistem pemantau jarak jauh dapat menjadi alternatif untuk mendukung manajemen lalulintas udara bagi pesawat yang beroperasi di propinsi Papua dengan tujuan akhir adalah perancangan dan pembuatan alat.

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam Tesis ini adalah dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mempelajari cara kerja GPS.
2. Merancang dan membuat simulasi alat pemantau pesawat pesawat udara jarak jauh berbasis GPS.
3. Melakukan pengujian cara kerja dan kemampuan alat simulasi tersebut.
4. Membahas dan menganalisis data-data hasil pengujian alat simulasi tersebut.
5. Membuat kesimpulan dari analisis yang dilakukan.
6. Menyusun Laporan Tesis.

### Sistematika Penulisan

Pembahasan dimulai dengan pendahuluan sebagai BAB I memuat latar belakang dan rumusan masalah, tujuan, lingkup pembahasan, metode penelitian, dan sistematika pembahasan tesis ini. Selanjutnya pada BAB II dijabarkan teori-teori yang mendasari Tesis ini yaitu : teori navigasi, teori peta kontur, dan teori komunikasi radio Digital. Pada BAB III dijabarkan tentang rancangan sistem GPS sebagai pemantau jarak jauh dengan menjelaskan beberapa modul, yaitu : Modul GPS, modul GPS *receiver*, modul

kontroler, modul *transmitter Radio Frequency (RF)*, modul *receiver Radio Frequency (RF)*, modul *Serial To USB Converter*, dan *Software* Pemantau di Komputer. Pada BAB IV, berisi perancangan dan implementasi sistem GPS dan *software* pemantau, serta tahap-tahap pembuatan perangkat lunak dari SRS (*Software Requirement Specification*), *Data Flow diagram*, sampai Implementasinya.

### TEKNOLOGI NAVIGASI BERBASIS GPS

Dalam perkembangannya, teknologi navigasi telah berkembang lebih maju dari teknologi kompas yang menggunakan medan magnet bumi dan letak bintang di angkasa, beralih keteknologi GPS yang menggunakan satelit navigasi yang lebih presisi dalam menentukan posisi suatu benda.

Pada Bab II ini dibahas beberapa teori yang mendasari pembuatan Tesis yaitu: teori navigasi dan peta kontur, serta teori komunikasi digital.

#### Teori Navigasi<sup>[1]</sup>

Navigasi adalah suatu proses pengumpulan semua data tersedia yang diperlukan guna membangkitkan informasi tentang posisi (kedudukan) dan gerakan (kecepatan dan akselerasi) pesawat udara kemudian menggunakan informasi tersebut untuk tujuan penyajian data (*data display*) atau rekaman data (*data recorder*).

Dalam penentuan posisi dan kecepatan diperlukan suatu acuan tertentu agar dapat didefinisikan secara kuantitatif. Tata Acuan Kordinat (T.A.K.) adalah suatu sistem kordinat berupa sumbu-sumbu yang dapat menunjukkan besar dan arah suatu vektor posisi dan vektor kecepatan. Setiap sumbu berpangkal pada titik asal dan mengarah pada arah tertentu. Dalam Tesis ini, tata acuan koordinat yang digunakan adalah T.A.K. Bumi.

Perhitungan penentuan posisi GPS menggunakan tata acuan koordinat yang ikut berputar bersama bumi yang disebut Tata

Acuan Koordinat Bumi atau disebut juga *EarthCentered Earth Fixed (ECEF) Coordinate System*.

### PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SIMULASI SISTEM GPS

Dalam perancangan sistem navigasi berbasis GPS ini dibagi menjadi dua bagian yaitu komponen sistem GPS yang dipasang pada pesawat udara, komponen ini dirancang untuk dapat menerima data dari satelit navigasi kemudian memilih data yang diperlukan. Setelah itu mengirim data tersebut menggunakan gelombang VHF kepada ATC, gelombang VHF dipilih karena gelombang ini terbukti cukup handal didaerah pegunungan sebagai media komunikasi suara antara pesawat dengan ATC, dengan asumsi tersebut penulis memilih gelombang VHF untuk komunikasi data antara pesawat dengan ATC. Komponen kedua adalah komponen sistem GPS yang terpasang di ATC, komponen ini dirancang untuk menerima data GPS dari pesawat dan dengan rancangan *software* data itu harus dapat didisplay pada monitor yang berada pada ATC. Pada BAB III ini penulis memulai perancangan dengan memilih dan menggunakan peralatan jadi, merancang *software* untuk mengolah data pada komponen baik yang terpasang pada pesawat udara maupun yang terpasang pada ATC.

#### Rancangan Sistem GPS

Gambaran sistem GPS yang dirancang untuk mendukung manajemen lalu lintas udara sebagai sistem pemantau jarak jauh terhadap pesawat yang beroperasi di daerah Papua adalah sebagai berikut.

Sistem ini terdiri dari dua entitas yaitu pesawat udara sebagai entitas yang di monitor, dan ATC (*Air Traffic Control*) Tower sebagai entitas yang memonitor. Masing-masing entitas memiliki komponen sebagai berikut:

Gambar Skematik rangkaian sistem GPS dengan modul VHF.

Komponen Sistem GPS di Pesawat Udara:

- Modul GPS receiver
- Software Pengenerate data



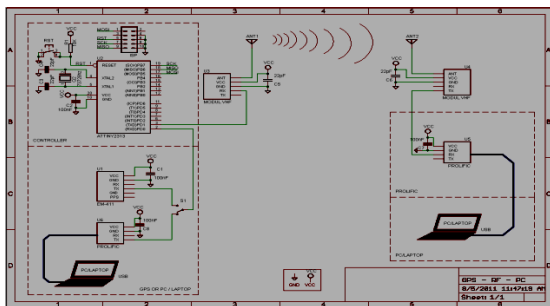
penerbangan di Papua

- Modul Konfersi dari USB ke data Serial
- Modul Kontroler
- Modul Transmitter VHF

Komponen Sistem GPS di tower :

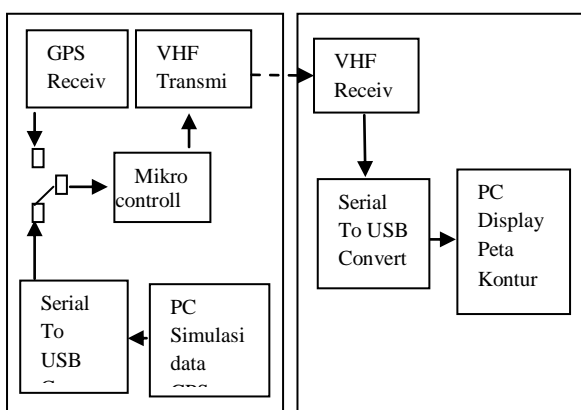
- Modul Receiver VHF
- Modul Serial To USB Converter
- Software Pemantau di Komputer

**Rancangan Simulasi Sistem di Laboratorium**



Gambar Skematik Rangkaian Sistem GPS Dengan Modul VHF

**PESAWATATC**



Gambar Skematik rangkaian integrasi Mikrokontroler dengan modul- modul lain.

**Perangkat Transiver**

**Modul GPS**

Modul GPS yang digunakan adalah modul 960350, alasan pemakaian modul 960350 karena memiliki output data dengan format ASCII mengikuti standar NMEA dengan baud rate 9600bps. Format NMEA bisa dilihat di APENDIX A.

Modul ini terdiri dari antena GPS yang bisa menangkap sinyal dari satelit GPS. Gelombang yang digunakan adalah:

$$L1 : 1575.42 \text{ MHz } ( \lambda : 19.0\text{cm} )$$

$$L2: 1227.6 \text{ MHz } ( \lambda : 24.4 \text{ cm} )$$

**Modul Mikrokontroler Transmitter**

Mikrokontroler yang digunakan adalah keluarga AVR dari ATMEL yaitu AT Tiny 2313. Alasan memakai mikrokontroler AT Tiny 2313 karena memiliki kemampuan komunikasi USART (Universal Synchronous and Asynsynchronous Serial Receiver and Transmitter) untuk memproses format data RS232 dari GPS. Data yang diterima melalui Rx USART di-parsing (dipilah dan dipilih) untuk mendapatkan data yang diperlukan saja yaitu Longituda, Latituda, Altituda, Coarse (sudut arah bergerak), dan Kecepatan. Setelah diperoleh data yang dibutuhkan, data ini diteruskan melalui TX USART ke modul Radio Transmitter untuk dipancarkan.

Pemrograman mikrokontroler dilakukan dengan program AVR STUDIO 4, Alasan penulis menggunakan AVR STUDIO karena program ini menggunakan bahasa C dan Format USART dengan pengaturan BAUD RATE dan dikemas dalam library uart.c sehingga mempermudah dalam pengaplikasiannya

**Modul VHF Transmitter dan Receiver**

Modul VHF Transmitter dan Receiver yang digunakan adalah KYL-600L 1 watt, dipilih karena hanya untuk skala laboratorium,

sebagai simulator dari sistem yang dirancang dalam Tesis ini dengan prinsip kerja yang sama, hanya saja daya yang digunakan lebih kecil dari sistem sebenarnya.

### Modul Serial To USB Converter

Modul Serial To USB yang digunakan adalah type Prolific. Modul ini digunakan karena mampu mengubah RX TX RS232 TTL tegangan 3 Volt menjadi data format USB.

### Software

#### Software Sistem GPS pada ATC

Fungsional : Software yang akan dibuat memiliki kemampuan sebagai berikut:

- Dapat menerima data-data berikut dari VHF modul melalui COM
  - ID pesawat, 5 digit
  - Longituda, range -180 sampai 180 derajat, ketelitian 6 angka di belakang koma
  - Latituda, range -90 sampai 90 derajat, ketelitian 6 angka di belakang koma
  - Altitude, range 0 sampai 10000 meter dari muka laut
  - Kecepatan, range 0 sampai 1000km/jam, ketelitian 1 angka di belakang koma
  - Heading (Sudut arah terbang), range 0 sampai 360 derajat, ketelitian 2 angka di belakang koma
- Memiliki data kontur ketinggian disekitar Jayapura
- Dapat mengolah data yang diterima menjadi
  - Posisi pesawat terhadap peta kontur di sekitar Jayapura-...
  - Arah gambar pesawat pada peta
  - Jarak antara pesawat dengan dataran tinggi yang berbahaya
  - Lama waktu yang ditempuh pesawat menuju daerah berbahaya
  - Alert jika Jarak atau waktu tempuh sudah memasuki daerah berbahaya
- Dapat menampilkan data yang telah diolah dalam bentuk GUI yang mudah dipahami pengguna.

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Setelah penulis merancang dan membuat *software* dan *hardware* alat

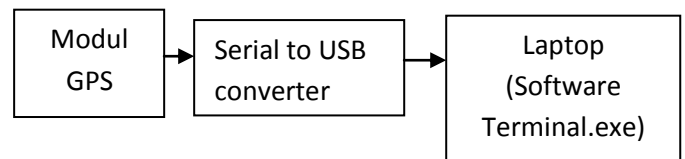
navigasi berbasis GPS yang telah dibahas dalam BAB III, untuk melihat hasil *running* dari *software* dan *hardware* yang telah dibuat, pada bab ini dibahas beberapa pengujian dan implemetansi baik secara simulasi maupun secara real atau aktual. Pengujian yang dilakukan adalah :

- a) Pengujian *Hardware* Pada Tahap Validasi Alat Hasil Rancangan
- b) Pengujian *Software* Pemantau Sistem GPS di ATC Pada Tahap Validasi Alat Hasil Rancangan
- c) Pengujian *Software* Simulasi Penerbangan
- d) Pengujian dengan Studi Kasus

### Pengujian Hardware Hasil Rancangan

#### Pengujian Modul GPS

#### Skematik Pengujian Modul GPS



- Referensi
  - Data yang muncul harus sama dengan format NMEA (lihat Appendix)

```

$GPGGA,hhmmss.ss,1111.11,a,yyyy.yy,a,x,
xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh
$GPRMC,hhmmss.ss,A,1111.11,a,yyyy.yy,a,
x.x,x.x,ddmmyy,x.x,a*hh
  
```

- Hasilakhir yang diperoleh

```

Terminal log file
Date: 11/12/2011 - 6:11:01 AM
-----
$GPGGA,231100.000,0654.7292,S,10744.7958,E,1,05,1.9,
887.3,M,3.7,M,,0000*71
$GPRMC,231100.000,A,0654.7292,S,10744.7958,E,0.22,32
2.50,111111,,*15
$GPGGA,231101.000,0654.7294,S,10744.7959,E,1,05,1.9,
886.1,M,3.7,M,,0000*74
$GPRMC,231101.000,A,0654.7294,S,10744.7959,E,0.31,14
8.91,111111,,*12
  
```

Hasil yang diperoleh

FORMAT DATA GPS		
ITEM	DATA REFERENSI	HASIL PENGUJIAN
ID	GPGGA	GPGGA
UTC	231100.000	231101.000
Latitude	0654.7292,S	0654.7294,S
Longitude	10744.7958,E	10744.7959,E
Altitude	887.3	886.1
Velocity	0.22	0.31
Heading	322.50	148.91
Data	111211	111211

Tabel Data Yang Diterima Modul GPS

Pengujian ini dilakukan pada malam hari dengan suhu antara 18-20C terlihat pada monitor laptop, modul GPS membutuhkan waktu cukup lama kira-kira 10 menit untuk dapat menerima sinyal data dari satelit dan pada kurun waktu dibawah 10 menit data yang diterima masih belum lengkap, setelah memasuki waktu 10 menit barulah data yang diterima lengkap dan sesuai referensi, hasil analisa penulis hal ini dikarenakan pada suhu dingin lapisan ionosfer yang banyak bermuatan elektron bebas pada atmosfer lebih rapat dibandingkan pada suhu panas, sehingga mampu membiaskan sinyal dari satelit yang dikirimkan kepada modul GPS.

### Pengujian Software Hasil Rancangan

- Referensi

Data yang diterima di parsing danditampilkan pada label masing-masing, yaitu:

- ID Pesawat
- UTC (Universal Time Coordinate)
- Latitude
- Longitude
- Altitude
- Heading
- Kecepatan
- Tanggal
- Data yang digunakan adalah data posisi Bandara Sentani Jayapura dengan format:
- Pengolahan Data
  - Data Latitude dan Longitude diolah menjadi koordinat pada Peta Kontur

- Hasil yang diperoleh

```
$ID001,A,01709.000,0234.5666,S,14030.9165,E,86.0,C,0.99,203.92,121111,
```

data yang diterima:

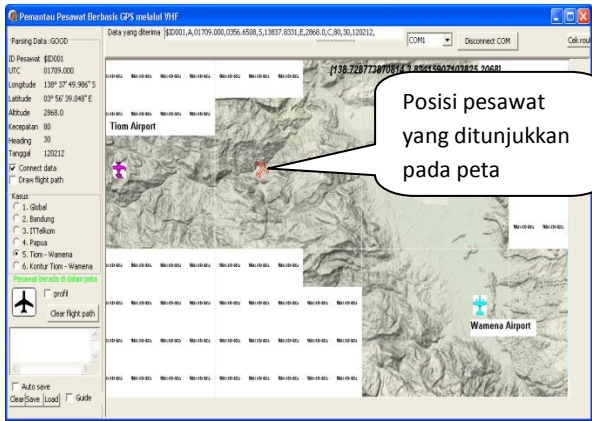
FORMAT DATA GPS	
ID PESAWAT	\$ID001
UTC	01709.000,
LONGITUDE	140 30' 54.990" S
LATITUDE	02 34' 33.996" E
ALTITUDE	86.0,
KECEPATAN	0.99,
HEADING	203.93,
TANGGAL	121111

Tabel Data GPS Yang Diterima Modul Receiver

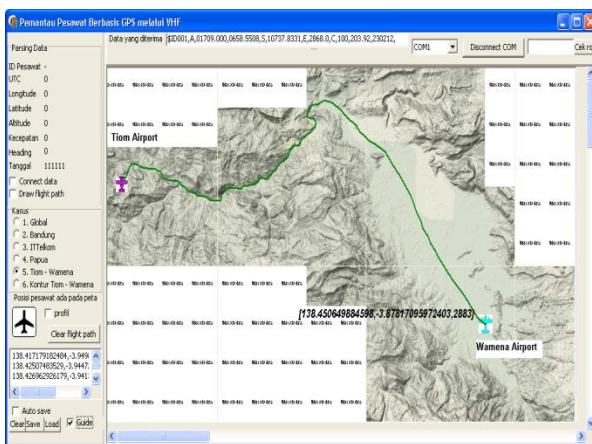
- Hasil akhir yang diperoleh:
  - Parsing data dari data yang diterima menjadi informasi yang diperlukan yaitu ID pesawat, UTC, latitude, longitude, Altitude, Kecepatan, *Heading* dan Tanggal sudah sesuai.
  - Pengolahan data dari longitude dan latitude menjadi posisi di peta kontur sudah tepat, terlihat pesawat berada di posisi Bandara Sentani Jayapura (sesuai dengan data yang diberikan)
  - Profile kontur di salah satu titik perjalanan pesawat dari *Airport* Tiom ke *Airport* Wamena dapat dimunculkan pada *software*

### Wilayah Tiom - Wamena

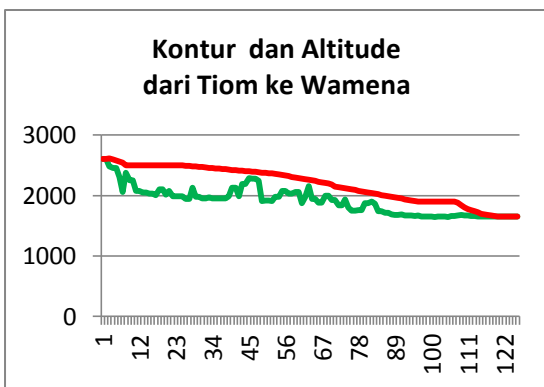
Tujuan dari pembahasan Kasus Tiom-Wamena adalah agar dapat memastikan koordinat posisi yang diperoleh pada peta Tiom-Wamena berada di lokasi yang diberikan pada *software* Simulasi Data GPS.



Gambar Tampilan Hasil Simulasi Posisi Di Tiom-Wamena



Gambar Tampilan Hasil Simulasi Penerbangan Dari Tiom Menuju Wamena Menyusuri Sungai



Grafik Longitude, Latitude, Altitude (merah), dan Kontur (hijau) Penerbangan Tiom ke Wamena Menggunakan MS Excel

Dari data hasil simulasi posisi di sekitar Tiom – Wamena Papua dapat disimpulkan bahwa system ini bekerja dengan baik pada Kasus Tiom – Wamena ini, data yang ditampilkan sesuai dengan koordinat lokasi data GPS yang diberikan yaitu di lokasi yang

ditunjukkan Gambar 4.26 di atas (padapeta Tiom – Wamena terlihat di posisi antara Wamena dan Tiom ). Pada Gambar 4.27 menunjukkan bahwa pesawat yang terbang menyusuri sungai akan selalu berada diatas permukaan kontur sehingga memastikan pesawat aman dan tidak menabrak kontur.

**CONCLUSION AND SUGGESTION**

**Conclusion**

Considering the results of this study discussing ..., it can be concluded that ...:

1. The experiment was carried out at night at the temperature of 18-20°C. The (display) was monitored in the laptop, the GPS modul needed approximately 10 minutes to receive the data signal from the satellite. The delay time was caused by the free electrons on ionosphere which had heavier density at low temperature.
2. The experiment using VHF module was carried out at the IT Telkom parking area which were surrounded by trees and buildings. The result showed that VHF module was only able to receive GPS data completely from a distance of less than 500 m; this module should have been able to receive data from a distance of 3 km. This was due to the trees and buildings which were difficult to be penetrated by VHF signal.
3. The data resulted from the position simulation around Tiom – Wamena showed that this system was able to work well. The displayed data have the right coordinate of location.
4. The experiment using a helicopter above Pondok Cabe, (JAKARTA), showed that this monitoring device was able to send and receive GPS data completely and accurately from a distance of approximately 2 km using a transmitter with an output power of 0.5 watt.

### Suggestions

1. To make use of this system at the area between Tiom and Wamena, further study needs to be conducted. For example, it may need a transmitter that has an output power of 50 watts. This is to ensure that the ATC staff are able to see the GPS data transmitted from the aeroplane clearly and able to monitor the location of the aeroplane
2. It is also necessary to carry out on site calibration using an aeroplane, and develop accurate ATC map. This is to determine the safest aeroplane track/path from Tiom and Wamena
- 3.

### DAFTAR PUSTAKA

1. UuhMuhdyZaeny,  
TugasAkhirDepartemenTeknikPenerbang  
an ITB, 2002
2. K.M. IrfanMadani, S.T., M.Sc.,  
Pengenalan NAVSTAR GPS,  
bahanPelatihanTeknologi CNS/ATM  
berbasissatelituntuk PT  
AngkasaPuraDepartemenPenerbangan  
ITB, 2001.
3. [www.ngs.noaa.gov/CORS/Data.html](http://www.ngs.noaa.gov/CORS/Data.html)
4. Diklat Kuliah IF-331,  
RekayasaPerangkatlunak,  
DepartemenInformatika ITB.
5. Zinsari, Ir., BahasaPemrograman C  
TeoridanContoh Program, Andi Offset  
Yogyakarta, 1986.
6. Said D. Jenie ,Ir, Sc.D., Diklat kuliah PN-  
364 NavigasidanPanduanTerbang I,  
JurusanTeknikPenerbangan ITB, 1999.
7. RinaldiMunir, Ir., M.T., Diklat Kuliah IF-  
224 TeknikPenyelesaianPersoalan,  
JurusanTeknikInformatika ITB, 2001.
8. Tirthamiharja, Ir, M.Sc, Eletronika Digital.
9. Millman, Electronic Device And Circuit.
10. John. D.Ryder, Electronic Fundamental  
And Application.
11. George W,Stimson, Airbone Radar.
12. Millman- Halkias, Intregeted Electronic.