

**PROSIDING**  
**SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021**  
ISSN : 2548-8112  
**RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI DATA SUDUT PERGERAKAN PADA**  
**QUADCOPTER BERBASIS RASPBERRY PI DAN SDR**  
**Aprilia Putri Anggraeni<sup>1</sup>, Ade Irfansyah<sup>2</sup>, Totok Warsito<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi D3 Teknik Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya  
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236  
Email: paprilia446@gmail.com

**Abstrak**

Pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) merupakan sebuah pesawat yang dapat terbang tanpa adanya awak atau pilot. Dalam pengoperasiannya, pesawat ini dikendalikan langsung oleh operator melalui jaringan komunikasi tertentu seperti *remote control* ataupun secara otomatis menggunakan perangkat yang telah ditanamkan program sebelumnya. Sedangkan untuk kalibrasi adalah kegiatan untuk memastikan kebenaran nilai-nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur ataupun sistem pengukuran nilai-nilai yang diabadikan pada suatu bahan ukur dengan cara membandingkan dengan nilai konvensional yang diwakili oleh standar ukur yang memiliki kemampuan telusur ke standar Nasional atau Internasional. *System* navigasi keselamatan penerbangan, sangat ditentukan dari kinerja alat navigasi serta validitas panduan prosedur penerbangan. Yang biasanya kalibrasi peralatan menggunakan pesawat kalibrasi. Dalam penelitian ini penulis mencoba membuat sebuah rancangan sebuah sensor untuk menggantikan kinerja pesawat kalibrasi menggunakan sebuah pesawat tanpa awak (UAV) yang berjenis *Quadcopter* yang akan digunakan untuk mengamati kesiapan saat kalibrasi.  
**Kata Kunci :** *Quadcopter*, Kalibrasi, UAV

**Abstract**

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) is an aircraft that can fly without a crew or pilot. In operation, this aircraft is controlled directly by the operator through certain communication networks such as remote control or automatically using a device that has been previously programmed. Meanwhile, calibration is an activity to ensure the correctness of the values indicated by measuring instruments or measurement systems of values enshrined in a measuring material by comparing them with conventional values represented by measuring standards that have traceability to national or international standards. The flight safety navigation system is very much determined from the performance of the navigation tool and the validity of the flight procedure guide. That is usually equipment calibration using a calibration plane. In this study the author tries to design a sensor to replace the performance of a calibration aircraft using an unmanned aircraft (UAV) of the *Quadcopter* type which will be used to observe readiness during calibration.

**Keywords:** *Quadcopter*, Calibration, UAV

## **PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang**

Saat ini, dunia penerbangan di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat, khususnya pada teknologi pesawat tanpa awak. Pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* merupakan sebuah pesawat yang dapat terbang tanpa adanya awak atau pilot. Dalam pengoperasiannya, pesawat ini dikendalikan langsung oleh operator melalui jaringan komunikasi tertentu seperti *remote control* ataupun secara otomatis menggunakan perangkat yang telah ditanamkan program sebelumnya.

Sedangkan untuk kalibrasi adalah kegiatan untuk memastikan kebenaran nilai-nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur ataupun sistem pengukuran nilai-nilai yang diabadikan pada suatu bahan ukur dengan cara membandingkan dengan nilai konvensional yang diwakili oleh standar ukur yang memiliki kemampuan telusur ke standar Nasional atau Internasional. System navigasi keselamatan penerbangan, sangat ditentukan dari kinerja alat navigasi serta validitas panduan prosedur penerbangan. Yang biasanya kalibrasi peralatan menggunakan pesawat kalibrasi.

Dalam penelitian ini penulis mencoba membuat sebuah rancangan untuk menggantikan kinerja pesawat kalibrasi menggunakan sebuah pesawat tanpa awak (*UAV*) yang berjenis *Quadcopter* yang akan digunakan untuk mengamati kesiapan saat kalibrasi. Penulis melakukan penelitian dikarenakan melihat dari segi biaya yang dikeluarkan cukup mahal dengan menggunakan pesawat kalibrasi, untuk waktu yang diperlukan juga cukup lama dan juga dapat mengurangi kecelakaan kerja pada awak pesawat kalibrasi tersebut. Sehingga terciptalah rancangan penelitian ini. Telekomunikasi Penerbangan”.

### **2. Rumusan Masalah**

Dari uraian pokok masalah tersebut diatas, maka penulis mencoba merumuskan suatu permasalahan dari alat yang akan di buat. Rumusan masalah yang dimaksud adalah :

1. Bagaimana proses merancang sistem telemetri pada data sensor IMU untuk data sudut pergerakan pada *quadcopter* berbasis *Raspberry Pi* dan SDR ?
2. Bagaimana cara kerja dari sistem telemetri pada data sensor IMU untuk data sudut pergerakan pada *quadcopter* berbasis *Raspberry Pi* dan SDR ?

### **3. Batasan Masalah**

Batasan terhadap masalah yang telah dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan pada siang hari mulai pukul 12.00 - selesai, dengan cuaca cerah.
2. Sistem telemetri ini hanya pada sistem transmitter saja.
3. RF Power Transmitter : -20 dB
4. Modulasi : FSK
5. Frekuensi Carier : 912 MHz

### **METODE**

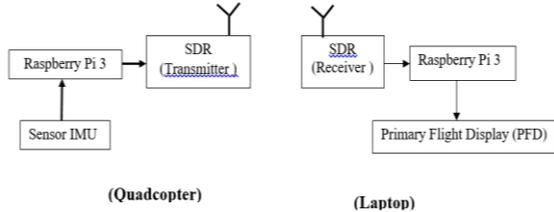
Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan pengukuran, meliputi pencarian literatur atau *datasheet*, melakukan percobaan lapangan, melakukan pengukuran pada objek yang akan diuji, mencatat setiap hasil pengukuran objek yang diamati yang kemudian hasil daripada data tersebut diimplementasikan dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, serta menjelaskannya secara naratif.

Proses kerja program pada Transmitter System merupakan tahapan untuk memperoleh data dari sensor-sensor yang selanjutnya diteruskan ke SDR (Hack RF) untuk di transmitkan . Kerja program dengan menggunakan GNU Radio, diawali dengan Set Address Internal Gnu Radio Source, kemudian Set Address I2C Sensor IMU, lalu data yang terbaca disusun menjadi accelerometer Roll, Pitch, dan

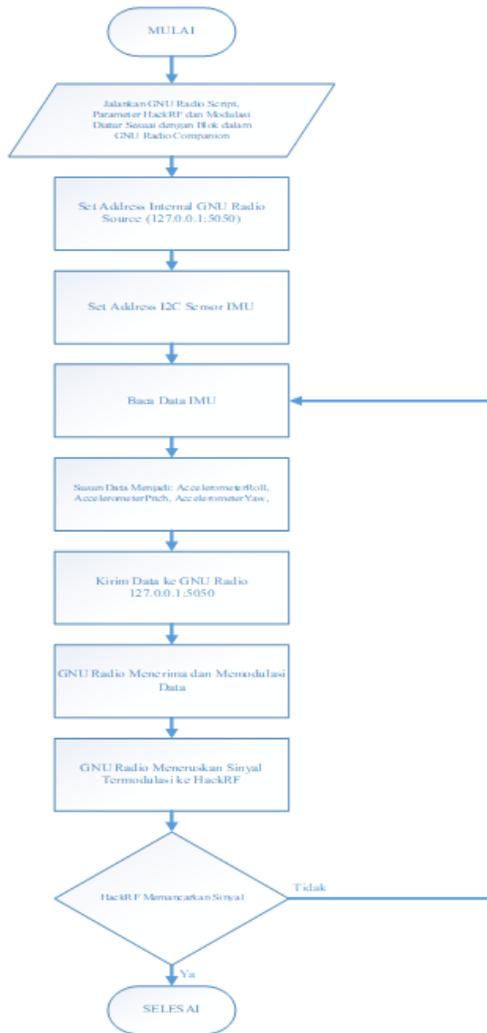
Yaw. Baru setelah itu dikirimimkan ke GNU Radio dan dimodulasikan data tersebut. Dan setelah itu diteruskan ke SDR untuk di transmitkan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

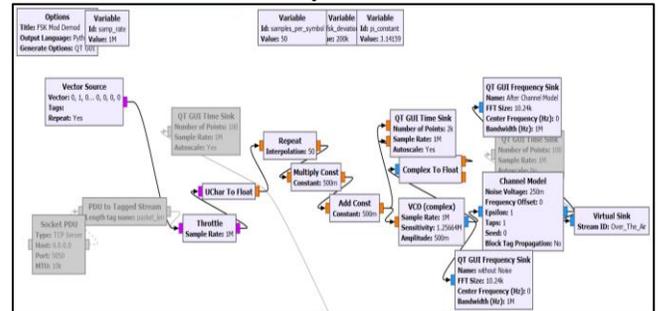
#### 1. Langkah-langkah Konfigurasi



Gambar 1 Blok Diagram  
 Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021



Gambar 2 Flowchart Transmitter System  
 Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021



Gambar 3 Blok FSK TX pada GNU Radio  
 Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021

#### Gambar 3 FSK Transmitter pada GNU Radio

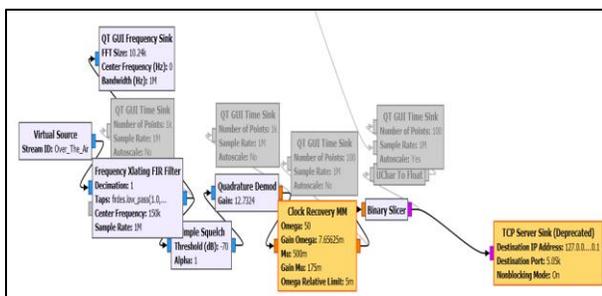
1. Pada blok FSK Transmitter, dimulai dari blok vector source terlebih dahulu, yang merupakan sumber untuk mengalirkan item berdasarkan vector input. Untuk vector yang kita input adalah 0,1,0,1,0,0,0,0. Lalu untuk bagian repeat kita set “yes” yang berfungsi sebagai pengulangan vector secara otomatis setelah selesai.
2. Lalu selanjutnya blok vector source dihubungkan ke blok Throttle yang berfungsi agar average rate tidak melebihi sample rate. Lalu kita set “sampe rate” dengan 1 MHz.
3. Selanjutnya blok Throttle dihubungkan ke blok “Uchar To Float” dimana untuk mengkonversikan dari byte ke float. Kemudian dihubungkan kembali ke Repeat, untuk Interpolation diset 50, maksudnya yaitu jika ada 1 angka, lalu muncul sebanyak N kali, dimana N nya adalah 50 tadi.
4. Selanjutnya dihubungkan ke blok “Multiply Const”, lalu kita set constant nya 500m, yang mana adalah skala dari vectornya. Selanjutnya ke blok “Add Const” yaitu untuk menambahkan nilai konstantanya untuk setiap item yang lewat, yang akan kita set menjadi 500m.
5. Selanjutnya kita hubungkan ke blok “VCO” dan blok “QT GUI Time Sink”.

Pada VCO (Voltage Controlled Oscillator) yaitu semua osilator yang dikendalikan untuk menghasilkan sinusoida frekuensi berdasarkan amplitude input.

6. Kemudian selanjutnya dihubungkan ke blok channel model yang digunakan untuk mengatur noise voltage, frequency offset, epsilon, taps, seed, dan block tag propagation.
7. Lalu kemudian diteruskan ke blok “Virtual Sink” dan blok “QT GUI Frequency Sink”. Sedangkan pada QT GUI Time Sink adalah sink grafis untuk menampilkan banyak sinyal dalam waktu.
8. Yang kemudian blok ini dihubungkan kembali ke blok “Complex To Float” yaitu untuk mengubah aliran complex menjadi 1 atau 2 aliran float.
9. Dan selanjutnya dihubungkan ke blok “QT GUI Frequency Sink” yaitu untuk menampilkan beberapa sinyal dalam frekuensi.

dan rendahnya sinyal sebagai nilai positif maupun negatif.

3. Lalu selanjutnya, ada blok “Clock Recovery MM” yang bertindak sebagai pemulihan jam untuk menyinkronkan dengan frekuensi dan fase sinyal, sehingga symbol dapat diekstraksi.
4. Selain itu juga dapat mengimplemetasikan sinkronisasi pelacakan kesalahan waktu. Terdapat beberapa parameter didalam blok ini, yaitu omega sebagai perkiraan awal sampel, Gain omega sebagai pengaturan untuk loop pembaruan omega, Mu sebagai perkiraan awal fase sampel, Gain Mu sebagai pengaturan untuk loop pembaruan Mu, dan yang terakhir ada Omega Relative Limit yaitu sebagai batas omega.
5. Selanjutnya dihubungkan lagi ke “Binary Slicer” yang berfungsi untuk mengubah output float dari blok “Quadrature Demod” menjadi biner 1 atau nol. Dan selanjutnya diteruskan lagi ke blok “TCP Server Sink”.
6. Lalu kita set Destination IP Address nya sesuai dengan alamat IP software yang kita pakai, kemudian ada Detination Port yaitu port mana yang akan digunakan, lalu kita on kan Nonblocking Mode.



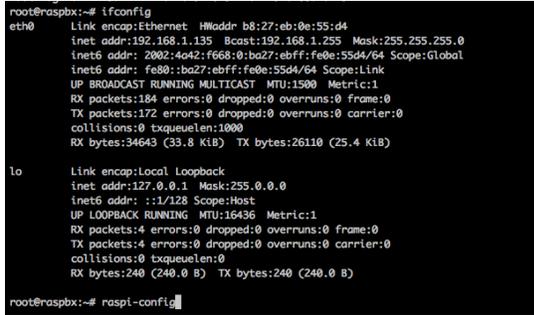
Gambar 4 FSK RX pada GNU Radio  
 Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021

1. Pada blok FSK Receiver, dimulai dari blok virtual source, selanjutnya dihubungkan dengan blok “Frequency Xlating FIR Filter”, yang berfungsi untuk memusatkan sinyal frekuensi shift keying disekitar nol.
2. Lalu kemudian ada blok “Quadrature Demod” yang dapat mendeteksi tinggi

## 2. Hasil Analisis

Pengujian pada Software Raspberry Pi dan IMU terlebih dahulu sebagai modul sensor, dimulai dengan mengaktifkan komunikasi I2 C terlebih dahulu, kemudian ketik Raspi-config di terminal seperti pada gambar dibawah ini.

**Pengujian jarak jangkauan komunikasi**



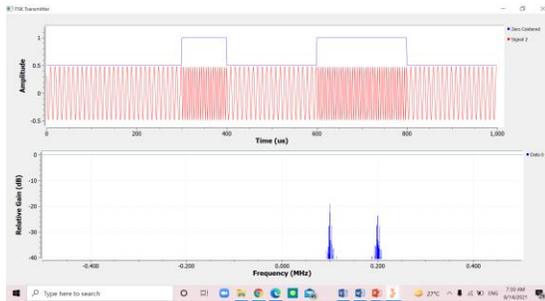
**Gambar 5 Tampilan Config Raspberry**  
 Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021

**Tabel 1 Hasil Pengujian Jarak Jangkauan Komunikasi**

No.	Jarak Pengujian	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	0 meter	Data diterima dengan baik	Tidak ada masalah signifikan dalam penerimaan data
2.	12 meter	Data diterima dengan baik	Tidak ada masalah signifikan dalam penerimaan data
3.	24 meter	Data diterima dengan baik	Tidak ada masalah signifikan dalam penerimaan data
4.	36 meter	Data diterima dengan baik	Tidak ada masalah signifikan dalam penerimaan data
5.	48 meter	Data diterima dengan baik	Tidak ada masalah signifikan dalam penerimaan data

Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021

Pengujian spectrum sinyal dilakukan dengan menggunakan GNU Radio yang sudah kami setting block transmitter systemnya, kemudian kita generate, dan play. Kemudian muncul lah gambar spectrum sinyal pada gambar dibawah ini :



**Gambar 6 Bentuk Sinyal**  
 Sumber : Hasil Karya

**Pengujian Sudut Roll**

**Tabel 2 Hasil Sudut Roll**

No.	Pengukuran Menggunakan Busur	Hasil Pengujian						
		1	2	3	4	5	Average	Error
1.	0	0.12	0.77	-0.21	0.09	0.81	0.31	0.40
2.	45	44.9	45.72	45.76	46.12	44.51	45.40	-1.11
3.	90	89.12	88.98	90.12	90.22	91.1	89.90	-0.22
4.	135	133.8	135.21	136.1	133.8	135.12	134.80	0.32
5.	180	180.12	181.23	181.02	180.02	179.88	180.45	1.92
6.	225	226.1	225.61	225.5	225.45	224.97	225.52	-1.09
7.	270	272.21	270.12	270.91	271.12	270.86	271.04	2.21
8.	315	315.1	315.56	315.77	315.76	314.89	315.41	-0.08
<b>Average Error</b>								0.19

Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021

Pada dasarnya bisa dilihat untuk RF Power nya adalah -20 dB, dan untuk pembahasan yang saya bahas mengenai telemetri adalah pada bagian transmitter saja, namun pada saat pengujian spectrum sinyal modulasinya, saya melakukan pengujiannya juga melalui receiver, sehingga hasil yang didapat untuk RF Powernya adalah minus (-20 dB), tetapi untuk pembahasannya tidak sampai ke receiver, melainkan hanya pada transmittersnya saja.

Untuk bagian receiver, saya hanya menggunakan untuk pengujian saya, bahwa sensor saya dapat bekerja dengan baik, dan untuk transmitter sytemnya juga dapat memancarkan dengan baik.

**Pengujian Sudut Pitch**

**Tabel 3 Hasil Sudut Pitch**

No.	Pengukuran Menggunakan Busur	Hasil Pengujian						
		1	2	3	4	5	Average	Error
1.	0	0.98	1.12	-0.11	1.23	0.91	0.82	0.82
2.	45	43.12	45.1	45.45	44.12	43.87	44.33	-0.66
3.	90	88.77	89.1	91.12	89.13	87.91	89.20	-0.79
4.	135	137.56	137.44	137.45	135.91	137.11	137.09	2.09
5.	180	181.23	182.22	180.11	181.02	179.32	180.78	0.78
6.	225	225.77	223.43	223.23	223.56	223.89	223.97	-1.02
7.	270	271.12	270.91	269.12	270.86	268.71	270.11	0.14
8.	315	314.12	313.11	313.88	313.97	315.12	314.04	-0.96
<b>Average Error</b>								0.04

Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021

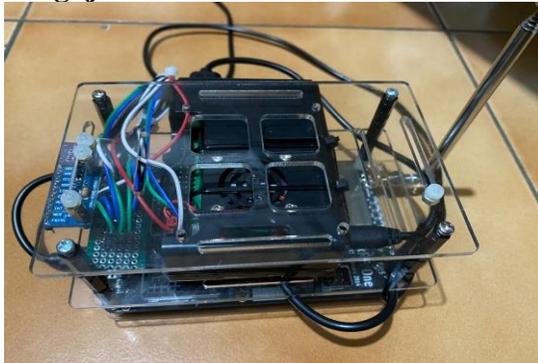
**Pengujian Sudut Yaw**

Tabel 4 Hasil Sudut Yaw

No.	Pengukuran Menggunakan Busur	Hasil Pengujian						
		1	2	3	4	5	Average	Error
1.	0	-1.12	0.72	0.15	-0.98	-0.81	-0.40	-0.40
2.	45	43.12	42.89	43.32	45.1	44.98	43.88	-1.11
3.	90	91.12	89.04	89.55	89.91	89.24	89.77	-0.22
4.	135	135.12	135.43	134.88	135.67	135.5	135.32	0.32
5.	180	180.23	181.22	181.23	182.84	184.11	181.92	1.92
6.	225	223.33	223.45	223.98	223.77	224.98	223.90	-1.09
7.	270	272.32	272.41	273.1	272.13	271.12	272.21	2.21
8.	315	315.77	313.28	315.77	315.77	313.99	314.91	-0.08
<b>Average Error</b>								0.19

Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021

**Pengujian sistem secara keseluruhan**



Gambar 7 Alat Telemetri Pergerakan  
 Sumber : Hasil Karya Penulis, 2021

Pengujian sistem secara keseluruhan telah dilakukan di lahan luas, dengan mengaktifkan sensor pada sistem pemancarnya yang terhubung dengan laptop, lalu kemudian kita tes kinerja alat sensor tersebut, apakah penerimaan data yang muncul dilaptop dapat terbaca atau tidaknya. Dan setelah kami melakukan sebuah pengujian data yang terbaca oleh sensor dapat diterima oleh laptop dengan sangat baik.

**1. Kesimpulan**

Berdasarkan perancangan, pembuatan, serta analisa “**RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI DATA SUDUT PERGERAKAN PADA QUADCOPTER BERBASIS RASPBERRY PI DAN SDR**” Maka dapat penulis ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rancang bangun sistem telemetri data sudut pergerakan pada quadcopter berbasis Raspberry Pi dan SDR ini telah dirancang dan dapat direalisasikan, dan untuk merancang nya kami menggunakan Raspberry Pi 3, Hack RF One, dan Sensor IMU yang kami gunakan adalah MPU9250 IMU Sensor.

2. Untuk cara kerja dari alat ini juga dengan mengaktifkan sensor IMU yang digunakan lalu menghubungkannya ke laptop sebagai pembaca datanya, kemudian saat sensor IMU sedang membaca pergerakan sudutnya, data itu diproses di Raspberry Pi, dan diteruskan ke SDR untuk di transmitkan.

3. Rancang bangun alat ini dapat membantu dalam proses telemetri data sudut ketika sedang dikendalikan, karena data yang terbaca oleh sensor IMU dapat ditampilkan pada laptop yang tentunya sudah terhubung.

**2. Saran**

Saran yang dapat penulis sampaikan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan sensor yang digunakan lebih banyak, agar data data yang dihasilkan tidak hanya seputar pengukuran sudut pada quadcopter saja.

2. Diharapkan pada penelitian maupun pengujian telemetri selanjutnya terdapat pada sistem receiver juga.

Pada rancangan ini dapat digunakan dalam bentuk simulasi pembelajaran tentang pengkalibrasian alat navigasi, namun masih perlu untuk dikembangkan lagi agar

mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Dalam hal ini aplikasi yang digunakan untuk pemrograman dapat di install di laptop oleh masing-masing taruna.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Kurniawan, Dendy G.A. 2015. *Perancangan Sistem Pemantauan Kestabilan Quadcopter Robot berbasis MultiWii SE V2.5*. [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- [2] Arifin, Fatchul dkk. 2015. Rancang Bangun Quadcopter dilengkapi dengan Automatic Navigation GPS Control dan Camera Stabilizer sebagai alat bantu Monitoring Lalu Lintas dengan Live Streaming System. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.