

Rancang Bangun Wahana Udara Tanpa Awak VTOL-UAV Sebagai Wahana Identifikasi Dini Kondisi Udara Berbasis Video Sender

M. Yusuf Tamtomi¹, Sri Ratna Sulistiyanti², M. Komarudin³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹yusuftamtomi@gmail.com

²sriratnasulistiyanti@gmail.com

³m.komarudin@unila.ac.id

Intisari--- Pencemaran udara atau yang biasa disebut polusi udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing didalam udara yang menyebabkan perubahan susunan atau komposisi udara dari keadaan normalnya. Pencemaran udara disebabkan oleh berbagai macam zat kimia, baik berdampak langsung maupun tidak langsung yang semakin lama akan semakin mengganggu kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Oleh sebab itu untuk mengetahui tingkat polusi udara yang ada disuatu daerah tertentu maka perlu adanya teknologi yang digunakan untuk mendeteksi tingkat polusi udara tersebut. Maka dari itu perlu adanya sebuah wahana udara yang dapat difungsikan untuk memantau dan memotret kondisi udara disuatu daerah agar dapat dianalisa dan diambil proses citranya. Salah satu wahana yang digunakan yaitu wahana *Vertical Take off and Landing (VTOL) Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* dengan *flight controller fixhawk*. Wahana VTOL-UAV secara autonomus akan mengikuti titik *waypoint* dengan ketinggian yang telah ditentukan pada *mission planner*. Dengan batas toleransi GPS M8N yang digunakan mencapai 2 meter untuk mencapai titik *waypoint* tersebut maka akan diperoleh gambar pada daerah yang akan diamati kondisi udaranya. Wahana VTOL-UAV menggunakan *video sender* dalam mengirimkan gambar dari titik *waypoint* daerah yang akan diidentifikasi. Wahana akan secara langsung mengirimkan gambar pada *ground control station* melalui GUI (*Grafics User Interface*) yang telah disiapkan. Pada GUI tersebut akan terlihat gambar yang akan diambil datanya dan hasil gambar yang diperoleh dari pengolahan citra yang dilakukan. Dari data gambar tersebut dapat dianalisa kondisi udara yang ada pada daerah tersebut berpolusi atau tidak berpolusi.

Kata kunci--- polusi udara, VTOL-UAV, *fixhawk*, *video sender*, GPS M8N

Abstract--- Air pollution or so-called weather pollution is defined as the presence of materials or foreign substances in the air that cause changes in the arrangement or the composition of air than normally. Air pollution caused by various chemicals both direct and indirect impacts that the longer it will even disrupt the life of humans, animals, and plants. Therefore to determine the level of air pollution that exist in a specified area, need the existence technology that is used to detect the level of air pollution. Thus it is necessary for an aerial vehicle that can be used to monitor and photograph the air condition in an area that can be analyzed and retrieved image process. One of the vehicle used is a vehicle for Vertical Take off and Landing (VTOL) unmaned Aerial Vehicle (UAV) with *fixhawk flight controller*. A VTOL-UAV vehicle is autonomously will follow the waypoint point with a predetermined height on the mission planner. By the tolerance limit of GPS M8N used up to 2 meters to reach the waypoint point you will get an image on the area to be observed the air-condition. A VTOL-UAV vehicle using video sender to transmit images from the waypoint point area to be identified. A vehicle will directly send the image to the ground control station via the GUI (*grafics User Interface*) has been prepared. The GUI will look the picture to be taken and the image data obtained from image processing is done. From the image data can be analyzed air conditions that exist in the area polluting or non-polluting.

Keywords--- air pollution, VTOL-UAV, fixhawk , video sender, GPS M8N

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara atau sering disebut dengan istilah polusi udara menurut Akhmad (2000) diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing didalam udara yang menyebabkan perubahan susunan atau komposisi udara dari keadaan normalnya. Pencemaran udara disebabkan oleh berbagai macam zat kimia, baik berdampak langsung maupun tidak langsung yang semakin lama akan semakin mengganggu kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Kualitas udara sangat dipengaruhi oleh besar dan jenis sumber pencemar yang ada seperti dari kegiatan industri, kegiatan transportasi, dan lain-lain. Masing-masing sumber pencemar yang berbeda-beda baik jumlah, jenis, dan pengaruhnya bagi kehidupan. Pencemar udara yang terjadi sangat ditentukan oleh kualitas bahan bakar yang digunakan, teknologi, serta pengawasan yang dilakukan.

Sumber pencemaran umumnya dari kegiatan industri pengolahan, transportasi, dan rumah tangga. Menurut Setyowidagdo (2000) dari beberapa penelitian yang telah dilakukan ternyata 70% dari total emisi yang dibuang ke udara berasal dari gas buang kendaraan bermotor. Pencemaran udara yang melampaui batas kewajaran akan menimbulkan dampak terhadap makhluk hidup yang hidup diatas bumi ini. Seiring dengan laju pertumbuhan kendaraan bermotor maka konsumsi bahan bakar juga mengalami peningkatan dan berujung pada bertambahnya jumlah polutan yang dilepaskan ke udara. Di Indonesia kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor mengeluarkan zat – zat berbahaya

yang memiliki dampak negatif baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungannya.

Oleh sebab itu untuk mengetahui tingkat polusi udara yang ada disuatu daerah tertentu maka perlu adanya teknologi yang digunakan untuk mendeteksi tingkat polusi udara tersebut. Maka dari itu perlu adanya sebuah wahana udara yang dapat difungsikan untuk memantau dan memotret kondisi udara disuatu daerah agar dapat dianalisa dan diambil proses citranya. Salah satu wahana yang digunakan yaitu wahana *Vertical Take off and Landing (VTOL) Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Sebuah wahana udara atau yang disebut rotary-wing yakni gabungan beberapa buah motor dengan model yang diinginkan seperti bentuk huruf “X”, “+”, “H” ataupun bentuk yang lainnya yang memiliki kelebihan masing-masing. Wahana tanpa awak ini *take off* dan *landing* dapat dilakukan tanpa memerlukan landasan pacu yang luas sehingga memudahkan dalam pengoperasiannya untuk memantau daerah perkotaan dalam mendeteksi kondisi udara. Disamping meneruskan penelitian Wiguna Utama (2013) yang telah berhasil menciptakan sistem kendali *holding position* pada *quadcopter* berbasis mikrokontroler *atmega 328p* maka dirancanglah sebuah wahana *quadcopter* atau *vertical take off and landing* yang digunakan sebagai pendeteksi dini kondisi udara yang berbasis *video sender*.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang wahana udara tanpa awak *Vertical Take off and Landing (VTOL)* sebagai wahana identifikasi dini kualitas udara, merancang sistem autopilot untuk wahana udara tanpa awak *Vertical Take off*

and Landing (VTOL), dan merancang pengiriman data kamera menggunakan *video sender* untuk pemantauan udara secara langsung.

II. LANDASAN TEORI

2.1 UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan sebuah teknologi wahana udara tanpa awak yang saat ini banyak diteliti dibelahan dunia tak terkecuali Indonesia sendiri yang telah banyak melakukan riset dibidang UAV. Beberapa penelitian dilakukan salah satunya oleh Darmawan dan Bambang Pramujati (2013) mengenai rancang bangun prototype *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dengan tiga rotor yang menghasilkan sebuah perhitungan pergerakan UAV serta analisa mengenai struktur UAV dengan metode elemen hingga. UAV juga sekarang ini mulai memasuki era perubahan dimana sistem mulai dikembangkan dengan memanfaatkan perpaduan antara dua macam mode pesawat yaitu pesawat *rotary wing* dan *fixed wing* yang sering disebut juga mode *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL). Pada mode *rotary wing* pesawat bertujuan untuk menghindari area sulit jika tidak ada landasan pacu untuk pesawat, sedangkan untuk mode *fixed wing* digunakan untuk penghematan energi terbang pesawat sebab pada mode pesawat *fixed wing* bisa menggunakan mode *glider* dan mengurangi kecepatan putaran motor pesawat sehingga *flight time* dari pesawat akan lebih lama. Sistem pesawat VTOL ini pernah dilakukan penelitian oleh Svetoslav Zabunov, Petar Getsov, dan Gro Mardirossiana (2014) yang berjudul mengenai “XZ-4 Vertical Takeoff and Landing Multi-Rotor Aircraft” didalamnya memuat sebuah rancangan

pesawat dengan desain bernama XZ-4 VTOL. [5]

2.2. *Quadcopter*

Quadcopter adalah pengembangan dari helikopter yang hanya menggunakan sebuah motor. *Quadcopter* memiliki empat buah motor penggerak utama yang ditempatkan dalam formasi persegi dengan jarak yang sama dari pusat beban *quadcopter*. *Quadcopter* digunakan dalam pengawasan, pencarian dan penyelamatan, keperluan inspeksi dan beberapa aplikasi lainnya. Komponen dasar dari sebuah *quadcopter* adalah :

1. Motor *brushless*
2. ESC (*Electrical Speed Controller*)
3. *Flight controller*
4. Sensor *accelerometer* dan *gyro*
5. Baterai
6. Penerima RC dan antena

Sistem kendali pada *quadcopter* terletak pada pengaturan kecepatan motor yang dapat menentukan sudut dari *quadcopter* tersebut. Setiap motor pada *quadcopter* menghasilkan gaya dorong dan torsi. Pada *quadcopter* terdapat empat buah motor yang berputar dengan dua buah motor yang berputar searah jarum jam, dan dua buah motor yang berlawanan arah jarum jam. Sehingga apabila keempat motor tersebut berputar pada kecepatan yang sama maka akan menghasilkan percepatan sudut *yaw* yang hampir mendekati nol. [3]

Sebuah jurnal karya dari Didik Setyo P., Nu Rhahida, dan Bachtiar Septiawan (2010) yang berjudul “*Navigation and Control System of Quadrotor Helicopter*” menjelaskan jika menginginkan suatu perpindahan dalam satu titik ke titik lain (satu tempat ke tempat lain) dibutuhkan diferensial kecepatan pada motor quadrotor. Karena prinsip kerja dari pergerakan

quadrotor bertitik pada kecepatan motor masing-masing sisi. *Quadrotor helicopter* dikontrol dengan memvariasikan pitch dan torsi roll yang dihasilkan secara independen dengan mengontrol kecepatan relatif dari rotor pada sisi berlawanan. Torsi yaw dihasilkan dengan mengendalikan kecepatan relatif motor yang berputar terbalik untuk menghasilkan reaksi torsi total yang berbeda-beda pada shaft motor. Percepatan vertikal dikendalikan oleh kecepatan total dari semua motor dan percepatan lateral dikendalikan melalui lapangan dan roll *quadrotor*. [4]

Didalam sebuah jurnal karya dari M. Rizky Wiguna, M. Komarudin, dan Agus Trisanto (2013) yang berjudul “ Sistem Kendali *Holding Postion* Pada *Quadcopter* Berbasis Mikrikontroler Atmega 328p ” menjelaskan bahwa *quadcopter* mampu mempertahankan posisi (*holding position*) ketika mode *holding position* diaktifkan dari salah satu *channel* remote pada pilot, dan mampu mengirim data telemetri ke GCS dalam bentuk GUI melalui radio frekuensi 900Mhz. [1]

2.3 Parameter Kualitas Udara

Didalam melakukan penelitian ataupun pemantau diperlukan sebuah parameter yang digunakan untuk menentukan batasan penelitian yang akan dilakukan. Dalam hal ini, parameter kondisi udara diperlukan untuk melakukan pemantauan keadaan kondisi udara. Berdasarkan penelitian dari Anak Agung Gede Suguiarta (2008) dalam sebuah jurnal yang berjudul “Dampak Bising Dan Kualitas Udara Pada Lingkungan Kota Denpasar” ada beberapa macam parameter dalam menentukan kondisi udara antara lain :

1. Debu

Adanya debu didalam kandungan atmosfer/udara ambien sebagian besar terjadi karena kontribusi zat pencemar

partikulat yang bersumber dari kendaraan bermotor.

2. Timbal (Pb)

Adanya timbal dalam konsentrasi udara disebabkan oleh adanya kontribusi zat buang kendaraan bermotor yang dalam bahan bakarnya terutama bensin masih mengandung timbal walupun kecil sekali kandungannya didalam bahan bakar, karena sifat dari gas timbal adalah bersifat akumulatif.

3. Karbon Monoksida (CO)

Adanya gas karbon monoksida diudara ambien lebih banyak disebabkan dari kontribusi asap kendaraan bermotor yang banyak melintas disuatu wilayah. [2]

2.4 Sistem pengiriman *Video Sender*

Video Sender merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengirimkan sebuah data audio dan video dari sisi pemancar (Tx) dan sisi penerima (Rx). Didalam sebuah penelitian dengan jurnalnya yang berjudul “Aplikasi Rangkaian Terintegrasi mc 1374 Sebagai Pemancar Audio Video Pada Kanal *Very High Frequency* Televisi” Rizal A Duyo membuat sebuah hipotesis bahwa dengan dibuatnya *video sender* menggunakan metode rangkaian terintegrasi akan didapatkan sebuah *video sender* yang secara fisik dikatakan kecil akan tetapi jarak pancar akan semakin jauh. Perangkat *video sender* ini dimanfaatkan untuk memancarkan informasi berupa gambar dan suara yang berkerja didalam sebuah kanal televisi. Pada penelitian tersebut didapatkan sebuah hasil yaitu *video sender* bekerja pda kanal 3 standar CCIR-ITU dengan pencapaian jarak pancar sejauh 26 meter pada kondisi terhalang, sedangkan pada lintasan langsung (*line off sight*) dapat mencapai 60 meter

dengan memberikan tingkat gambar dan suara menjadi bagus. [6]

2.5 Pixhawk

Pixhawk adalah sistem autopilot advance dirancang oleh proyek PX4 terbuka hardware dan diproduksi oleh 3D Robotika. Ini fitur prosesor canggih dan teknologi sensor dari ST Microelectronics® dan sistem operasi real-time NuttX, memberikan kinerja yang luar biasa, fleksibilitas, dan keandalan untuk mengendalikan setiap kendaraan autonomous. Adapun fitur utama dari *Pixhawk* adalah sebagai berikut :

- Memiliki prosessor 32 bit yakni 32bit STM32F427 Cortex M4
- Memiliki Output 14 PWM / Servo (8 dengan failsafe dan manual override, 6 tambahan, kompetible dengan daya tinggi)
- Pilihan konektivitas berlimpah untuk peripheral tambahan (UART, I2C, CAN)
- Terintegrasi sistem cadangan untuk pemulihan dalam penerbangan dan manual override dengan prosesor yang berdedikasi dan memiliki power supply terpisah.
- Sistem cadangan mengintegrasikan pencampuran, menyediakan autopilot konsisten dan petunjuk pencampuran menimpa mode (menggunakan sayap tetap) [7]

III. Metodologi Penelitian

3.1 Alat dan Bahan

- a. 1 Unit VTOL *Unmaned Aerial Vechile*
- b. 1 Unit *Audio Video Receiver* Boscam RC805 5,8 Ghz 8 Ch
- c. 1 Unit *Audio Video Transmitter* Boscam 2000 mW.

- d. 1 Unit USB *Stick TV Tuner*
- e. 2 Baterai *Lithium-Polimer* 14.8v 5200mAh 20C
- f. 1 unit laptop Asus A43sv
- g. *Software Mission Planner*
- h. 1 Unit Kamera Sony Super HAD II CCD 600TVL FPV IR
- i. 1 Unit monitor FPV 7 inch
- j. *Flight Controller Pixhawk*
- k. GPS Neo M8N
- l. *Telemetry kit* 433 Mhz
- m. 1 unit *remote control turnigy* 9x 8 channel 2.4Ghz

3.2. Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

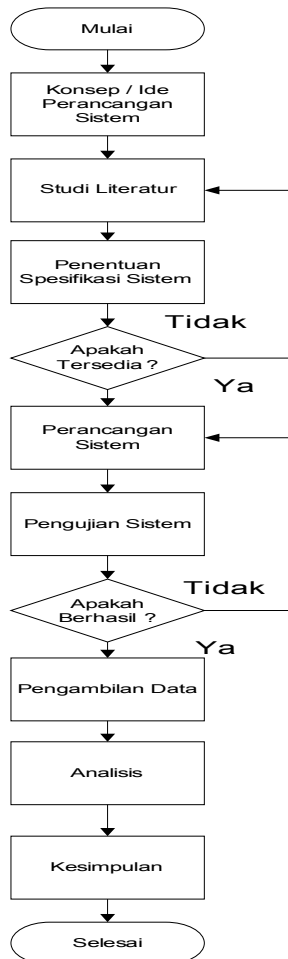
- a. Sistem *autopilot* memiliki dua mode. Mode pertama mampu mengikuti *waypoint* atau titik tuju yang telah di program pada perangkat lunak *Mission Planner* dan dapat melakukan *Position Hold* pada *waypoint*. Mode kedua yakni mode stabilize yang digunakan saat take off, landing atau apabila terjadi error pada VTOL dalam mode *autonomus* dan wahana tidak menuju titik tujuan yang diinginkan maka pengendalian akan dialihkan menggunakan *remote control*.
- b. Mampu menampilkan video yang direkam oleh kamera FPV secara *realtime* pada Monitor lcd atau laptop menggunakan *video sender*.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini digambarkan dalam Diagram Alir dan diagram blok sistem.

a. Diagram Alir

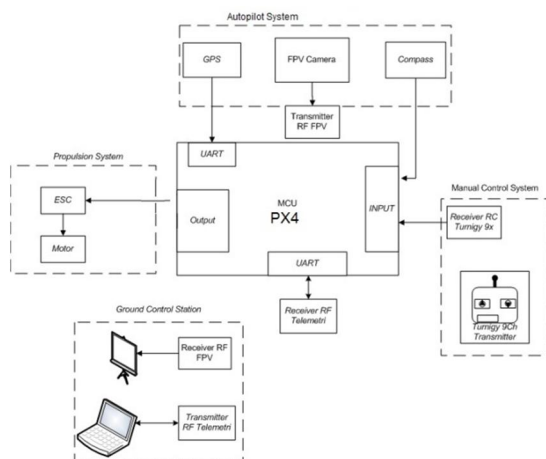
Diagram alir penelitian ini dibuat untuk memperjelas langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dalam penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

b. Perancangan Model Sistem

Untuk memperjelas model sistem yang digunakan, dibuat sebuah perancangan model sistem berupa diagram blok keseluruhan sistem yang digunakan.



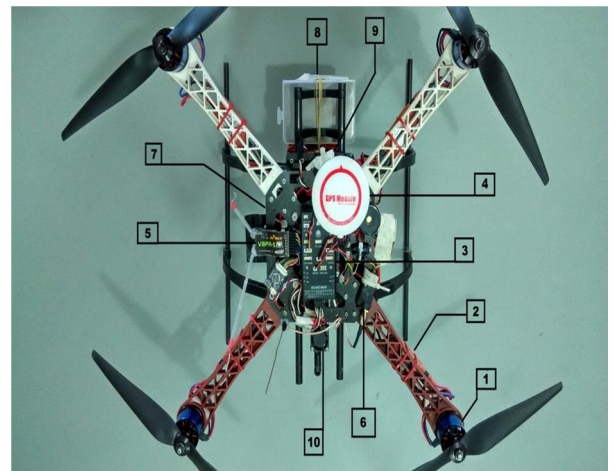
Gambar 2. Diagram Blok Keseluruhan Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Vertical Take Off and Landing (VTOL)

Penempatan perangkat elektronika pada wahana *Vertical Take Off and Landing* (VTOL) spesifikasi seperti gambar 3.



Gambar 3. Vertical Take Off and Landing(VTOL)

Keterangan untuk gambar 3 :

1. Motor Brushless RCTimer HP2814-810kV, motor yang digunakan berjumlah 4 buah yang diletakkan pada tiap ujung lengan yang berbentuk X. Adapun jarak antara motor satu dengan motor yang lain nya sekitar 450 mm dengan ukuran proppeler yang digunakan sebesar 11 x 4,5 inci.
2. ESC RCTimer 40 A, komponen yang bertugas untuk mengatur besarnya arus yang masuk ke motor penggerak ini harus diletakkan tidak jauh dari motor dikarenakan pengkabelan yang pendek dan sistem pendingin yang terintegrasi dengan putaran motor.

3. Fixhawk 2.4.5, penempatan *board autopilot* sebisa mungkin lebih dekat dengan titik CG sehingga kinerja sensor-sensor yang ada di dalamnya semakin efektif karena pada titik tersebut getaran sangat kecil. Pada penelitian ini, *board autopilot* diletakkan tepat berada ditengah frame VTOL yang berbentuk X tepat berada diatas titik CG.
4. GPS U-Blox M8N, komponen GPS ini harus diberikan tiang agar penerimaan sinyal tidak terganggu oleh apapun. Dan dijauhkan dari motor dan esc agar aman dari interferensi medan magnetik.
5. FrSKY Radio Receiver, modul ini diletakkan berdekatan dengan *board autopilot* untuk memangkas penggunaan kabel yang berlebihan. Antena modul dibuat membentuk huruf V agar jangkauan radio menjadi lebih maksimal.
6. Telemetry 433 MHz Radio, modul radio telemetry ini diletakkan di bagian samping dari wahana jauh dari peralatan elektronik yang lain (terutama *autopilot board*) untuk menghindari interferensi.
7. Li-Po Battery, pada penelitian ini digunakan baterai *lithium Polymer* 5200mAh 4S dengan berat keseluruhan 450 gram. Baterai Li-Po ini diletakkan di bagian bawah dari wahana agar titik *Centre Of Gravity* (CG) dapat terpenuhi.
8. Kamera CMOS FPV, digunakan sebagai alat untuk mengambil gambar daerah yang akan dianalisa kondisi udaranya. Kamera ini ditempatkan di bagian depan wahana tepat sebelum *battery*. Kamera menghadap lurus ke depan dengan sedikit sudut kemiringan tertentu sehingga pengambilan gambar dapat maksimal.
9. Power Module Fixhawk, modul ini diletakkan agak berjauhan dengan *board autopilot* untuk meminimalisir kemungkinan adanya interferensi

magnetik dan panas berlebih karena modul ini menghasilkan rugi-rugi berupa panas.

10. Video Transmitter (Vtx), diletakkan di bagian belakang dengan posisi antena menghadap bawah agar daya jangkauan pengiriman gambar bertambah.

4.2. Pengujian

Sensor-sensor yang digunakan perlu diuji untuk melihat keakuratan pembacaan setelah dikalibrasi sehingga meminimalisir kemungkinan kesalahan pembacaan pada saat wahana sedang mengudara. Uji transmisi data *telemetry* juga diperlukan untuk mengetahui hasil setting modul Rctimer – 433 MHz. *Software Mission Planner*, *3DR config* dan *U-Center* digunakan untuk pengujian yang meliputi sensor *gyroscope*, *accelerometer*, *compass*, GPS dan *telemetry*.

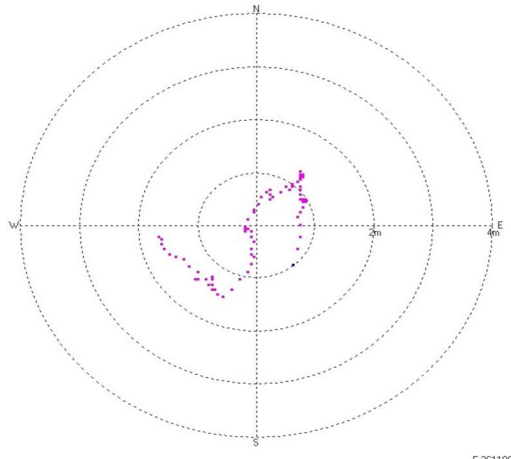


Gambar 4. Pengujian Sensor Accelerometer dan Gyroscope (MPU 6000)

Pengujian sensor sensor dilakukan dengan membandingkan perubahan sudut wahana terhadap alat ukur (busur derajat) dan kompas analog.

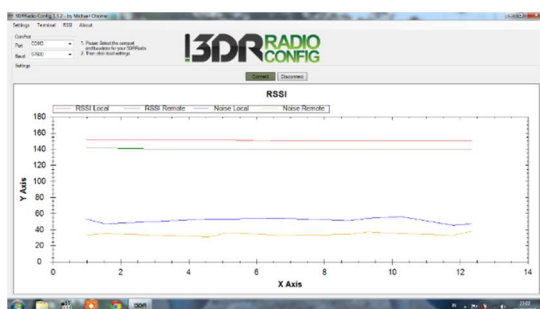
Kemudian pengujian GPS dilakukan dengan bantuan perangkat lunak U-Center

untuk mengetahui akurasi GPS dan jumlah satelit yang mengunci penerima GPS.



Gambar 5. Pengujian GPS Ublox Neo M8N

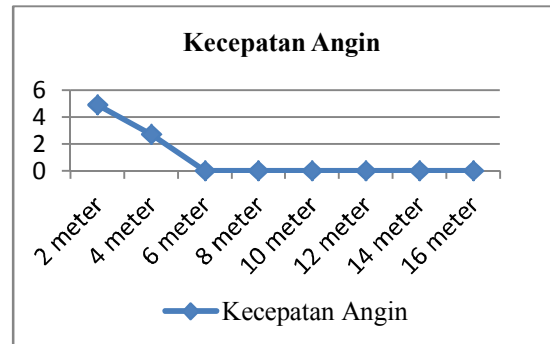
Pengujian sistem telemetry dilakukan dengan bantuan perangkat lunak 3DR Radio Config untuk melihat pengiriman data dari Transmitter Telemetry ke Receiver Telemetry.



Gambar 6. Pengujian Sistem *Telemetry*

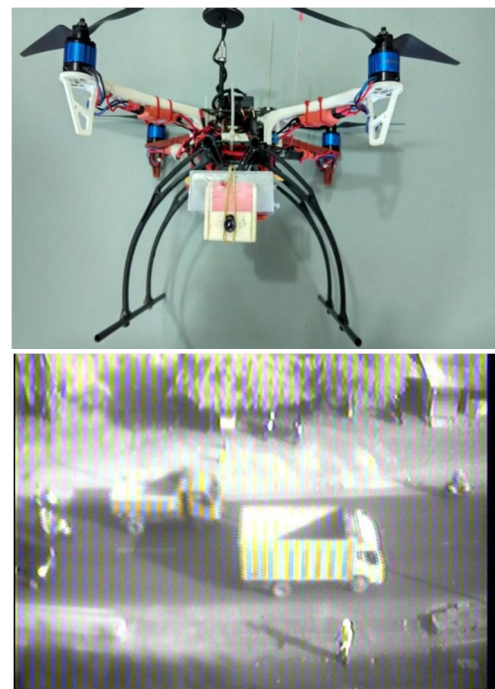
Kemudian setelah semua sensor terkalibrasi dan telah diuji, dilakukan pengujian sistem propulsi wahana VTOL-UAV. Tujuan dilakukan test ini adalah untuk melihat pengaruh angin hasil putaran motor dengan propeller yang digunakan agar diperoleh jarak yang efisien dalam pendeteksian dini kondisi udara. Sehingga diketahui jarak maksimal dari sistem propulsi yang digunakan agar penempatan kamera

CMOS dapat ditentukan untuk pengambilan data yang baik.



Gambar 7. Grafik Pengujian Sistem Propulsi

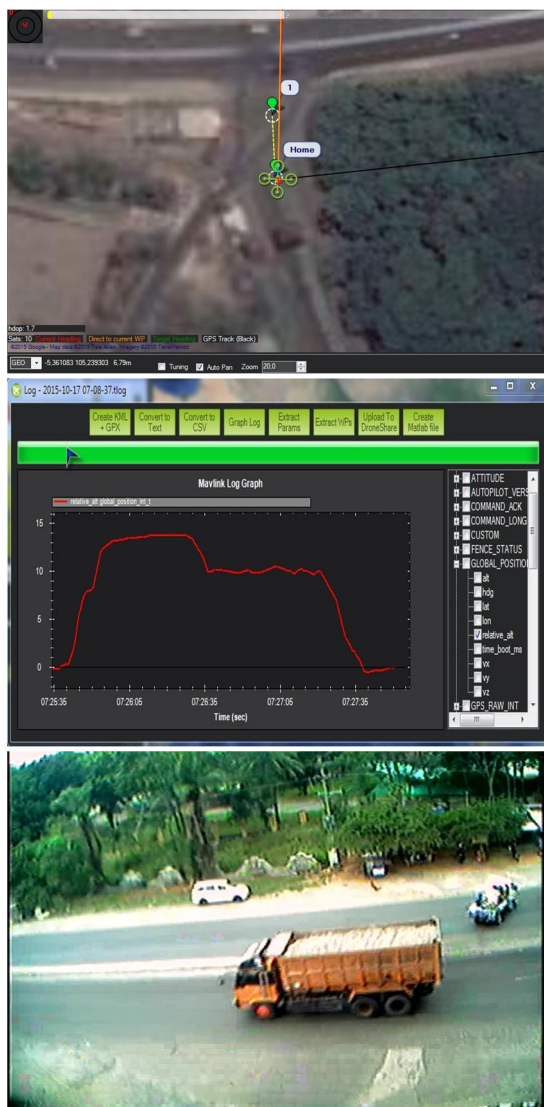
Selain itu pengujian sistem video sender pun dilakukan untuk mengetahui batas maksimal dari pengiriman yang dapat dilakukan sistem yang digunakan. Pengujian dilakukan didepan gedung rektorat Universitas Lampung dengan kondisi tanpa halangan (*Line of Sight*). Jarak terjauh yang diperoleh dari pengujian yakni 400 meter masih dapat melakukan pengiriman gambar.



Gambar 8. Grafik Pengujian Sistem Propulsi

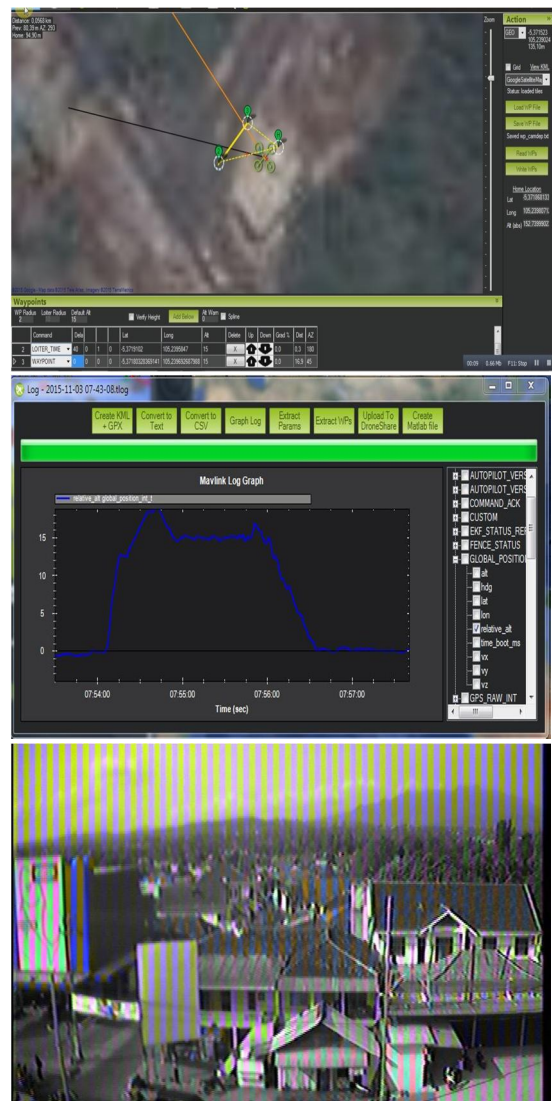
Setelah semua telah dilakukan pengujian baik sensor, GPS, *telemetry*, sistem propulsi, dan sistem *video sender* maka dilanjutkan dengan pengujian sistem autopilot untuk melihat hasil penggabungan dari kerja masing-masing sistem. Pengujian dilakukan untuk melihat respon wahana VTOL-UAV terhadap waypoint yang ditentukan pada *ground control station*. Wahana akan mempertahankan posisi dan ketinggiannya untuk proses pengambilan data kondisi udara pada lokasi tersebut. Sehingga gambar lokasi dapat diproses untuk diidentifikasi berpolusi atau tidak.

a. Uji terbang misi pertama



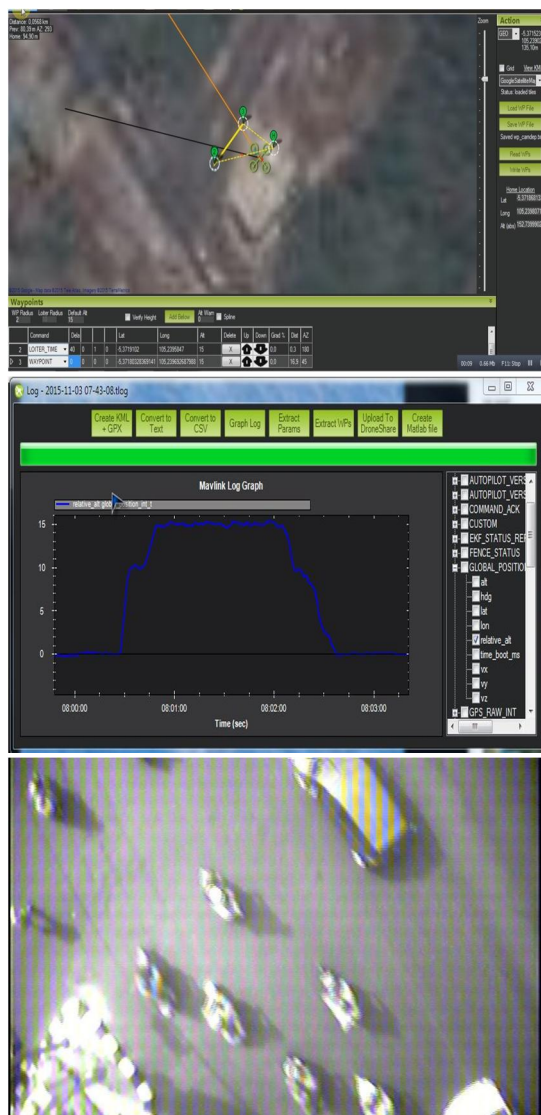
Gambar 9. Hasil Pengujian Misi Pertama.

b. Uji terbang misi kedua



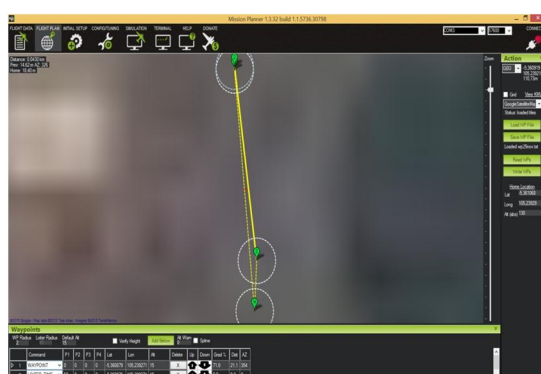
Gambar 10. Hasil Pengujian Misi Kedua

c. Uji terbang misi ketiga



Gambar 11. Hasil Pengujian Misi Ketiga

d. Uji terbang misi keempat



Gambar 12. Hasil Pengujian Misi Keempat

4.3 Pembahasan

a. Rancang Bangun Wahana *Vertical Take Off and Landing* (VTOL)

VTOL merupakan *Vertical Take Off and Landing* yakni sebuah wahana tak berawak yang dapat lepas landas dan mendarat secara vertikal sehingga tak memerlukan lapangan yang luas untuk terbang. Dalam penelitian ini yaitu membuat sebuah wahana VTOL-UAV untuk keperluan pendeteksian dini kondisi udara berbasis *video sender*. Terdapat beberapa jenis wahana VTOL-UAV sesuai dengan penggerak motor elektrik yang digunakan yaitu *tri*, *quad*, *hexa*, *octo*, dan *single*. Pada penelitian ini dibuat sebuah wahana VTOL-UAV dengan jumlah empat buah penggerak motor elektrik yang disesuaikan dengan kebutuhan muatan yang akan dibawa oleh wahana. Motor yang dipakai yaitu motor brushless DC dengan merek RCTimer type 2814 810kV yang di suplai dengan tegangan 14.8 volt dari baterai

Li-Po 4S 5200mAh dan ESC RCTimer 40A. Konfigurasi yang dipakai pada VTOL-UAV ini merupakan konfigurasi “X” dengan pertimbangan akan kestabilan yang baik dibanding dengan konfigurasi model lain. VTOL-UAV ini juga dilengkapi dengan sistem *video sender* yang memungkinkan pengiriman video secara *realtime* untuk pemantauan dini kondisi udara melalui kamera yang dipasang pada wahana.

Sistem autopilot pada VTOL-UAV menggunakan *pixhawk* (PX4) 2.4.5 dengan *firmware* yang dipakai pada VTOL ini adalah *ardupilot*. *Pixhawk* merupakan sebuah *flight controller* yang telah menggunakan *processor* 32 bit yang dikembangkan dari *ardupilotmega* pada mulanya. Pemakaian *flight controller* *pixhawk* digunakan untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dari wahana VTOL saat menjalankan misi. Disamping penggunaan GPS M8N yang digunakan pada wahana sebagai pendukung pada saat autonomus. Terdapat enam *flight mode* yang dipakai pada wahana VTOL yaitu *STABILIZE*, *ALT HOLD*, *LOITER*, *AUTO*, *RTL*, dan *LAND*. *Stabilize* merupakan *flight mode* yang memungkinkan pengendalian penuh terhadap wahana VTOL. *Alt hold* merupakan *flight mode* yang memungkinkan VTOL untuk mempertahankan ketinggiannya namun dalam mode ini posisi wahana tidak terkunci. *Loiter* merupakan mode yang membuat wahana VTOL berada pada satu titik tertentu dan akan mempertahankan ketinggian dan posisinya tersebut. *Auto* merupakan *flight mode* yang akan membuat wahana mengikuti titik *waypoint* yang diinginkan sesuai dengan *waypoint* yang diberikan pada *mission planner*. *RTL* (*Return To Launch*) merupakan mode yang digunakan pada saat wahana ingin dikembalikan menuju ke *home* secara otomatis tanpa pengendalian dari

radio yang digunakan. *Land* merupakan mode terbang yang membuat wahana secara otomatis untuk mendarat pada *home* tanpa adanya kendali radio.

Pengiriman data pada sistem autopilot ini menggunakan modul *telemetry* 3DR 433MHz dengan jarak *line of sight* sekitar 100 m. Apabila pengiriman data via *Telemetry* dari GCS ke VTOL terputus, maka VTOL akan melakukan fitur *failsafe* yang kemudian membuat wahana untuk *RTL* atau *Return To Launch* yaitu kembali ke posisi awal (*Home Position*). Selain itu fitur *failsafe* akan aktif apabila wahana VTOL mengalami hilang kendali dari radio yang dipakai pada jarak tertentu. Kemudian saat kondisi baterai wahana VTOL akan habis maka secara otomatis fitur *failsafe* akan aktif dan memerintahkan wahana VTOL untuk mendarat secara darurat atau kembali ke posisi semula (*home*).

b. Pengujian Misi Auto dan Video Sender

Terdapat beberapa konstanta PID dan parameter yang berpengaruh pada wahana VTOL saat wahana dalam mode *stabilize* maupun misi *auto*. Faktor tersebut antara lain konstanta PID untuk *pitch*, *roll*, dan *yaw* dan parameter untuk minimal dan maksimal *cruise* saat mode *auto*. Pengaturan konstanta PID yang dipakai pada wahana VTOL masih menggunakan parameter *ardupilot* standar dengan pengurangan nilai menjadi 4 (empat) pada *pitch*, *roll*, dan *yaw*. Sedangkan parameter untuk menjalankan misi *auto* yaitu *waypoint's navigation* pada *speed* diubah menjadi 200 cm/s. Pemilihan parameter-parameter ini disesuaikan dengan kondisi wahana VTOL apabila dirasa telah stabil untuk mengudara dan menjalankan misi *auto*. Untuk penentuan nilai konstanta PID dilakukan dengan cara “*trial and error*” yaitu penentuan dilakukan dengan pemberian

nilai PID dan kemudian wahana diterbangkan untuk melihat sikap wahana. Apabila dirasa ada yang kurang atau lebih maka nilai PID dan parameter lainnya ditambahkan. Pengujian sistem *auto* dan *video sender* dilakukan dengan 4 misi yang berbeda-beda untuk mencoba sistem *autopilot*. Uji terbang yang dilakukan untuk melihat respon VTOL terhadap letak beragam *waypoint* yang akan dituju dan serta jangkauan maksimal *video sender* yang digunakan. Pada pengujian yang pertama yakni uji terbang misi pertama, wahana VTOL melakukan loiter pada satu titik *waypoint* yang telah ditentukan. Wahana VTOL akan berada pada ketinggian dan posisi yang tetap kemudian mengirimkan gambar pada *ground control station* melalui *graphical user interface* yang dibuat. Pengujian pertama dilakukan untuk mengetahui wahana VTOL telah siap melakukan misi autonomus sehingga tidak terjadi hal yang tidak diinginkan. Selanjutnya pada uji terbang misi kedua yaitu wahana VTOL diberikan misi autonomus dengan tiga titik *waypoint* dengan ketinggian 15 meter dari permukaan tanah. Pada misi kedua ini, wahana VTOL akan secara otomatis untuk melakukan loiter pada titik *waypoint* 1 selama waktu yang kita berikan pada *mission planner*. Setelah waktu tersebut selesai, wahana akan kembali menuju titik home yang telah ditentukan sebelumnya melalui *mission planner*. Pada *ground control station*, GUI telah siap untuk mengambil gambar dari *video sender* yang dipasang. Jadi proses pendeteksian dini kondisi udara dapat dilakukan dengan cepat dan mudah dengan melihat hasil yang diperoleh pada GCS. Pada pengujian ini, posisi kamera cmos berada pada sudut 90° dari garis vertikal wahana jadi daya jangkau untuk pendeteksian sesuai dengan jangkauan kamera yang digunakan.

Kemudian pengujian berlanjut pada pengujian ketiga dimana posisi kamera dirubah menjadi berada pada sudut 0° garis vertikal wahana. Kamera diposisikan menghadap bawah sehingga daerah yang diamati merupakan titik kordinat pada wahana saat loiter tersebut. Adapun ketinggian yang digunakan yakni 15 meter dengan waktu loiter time yang digunakan yakni 40 detik pada titik *waypoint*. Pengujian ketiga dilakukan di jalan raya Z.A. Pagar Alam tepat didepan gerbang Universitas Lampung (Unila). Pengujian yang keempat yakni uji terbang keempat dilakukan di jalan raya Sukarno – Hatta (By-pass) tepat di depan gerbang samping Universitas Lampung. Wahana VTOL mengambil data gambar untuk pendeteksian dini kondisi udara dengan terbang diketinggian 15 meter. Posisi kamera pada pengujian ini berada pada posisi 30° dari garis vertikal wahana VTOL. Diberikan 3 titik *waypoint* pada *mission planner* dengan waktu loiter selama 40 detik untuk pengambilan gambar. Wahana VTOL telah dapat mempertahankan posisi dan ketinggiannya dalam mode *auto* walau masih sedikit naik turun saat diterpa angin untuk mempertahankan ketinggian. Pada saat wahana VTOL – UAV dalam mode *auto* maka yang akan menjadi faktor penentu keberhasilan misi adalah GPS yang digunakan. Dimana GPS yang digunakan pada wahana VTOL – UAV adalah tipe M8N dengan batas toleransi 2 meter pada setiap titik *waypoint* yang ditetapkan. Saat wahana VTOL – UAV sedang melakukan misi *autonomus*, GPS yang menjadi penuntun utama terbangnya wahana menuju titik kordinat yang dituju. Pada pengujian yang dilakukan diperoleh simpangan pada GPS berdasarkan *telemetry log* pengujian misi yang diubah menjadi file KMZ. Kemudian file KMZ yang didapat dimasukan pada

google earth pro untuk mengukur simpangan error yang diperoleh sehingga diketahui nilai simpangan error pada setiap misi.

V. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini :

1. Wahana Vertical Take Off and Landing (VTOL)-UAV dapat dikendalikan secara autonomous untuk pendeteksian dini kondisi udara yang berbasis video sender.
2. Telah terealisasi *flight mode stabilize, Alt Hold, Loiter, Auto* dan *Land* yang digunakan pada VTOL untuk mendukung fungsi wahana sebagai pendeteksi dini kondisi udara.
3. Penggunaan Pixhawk 2.4.5 dengan firmware *Arducopter* telah terealisasi dan dapat menjalankan misi pendeteksian dini kondisi udara dengan lancar tanpa kendala.
4. Pengiriman video untuk sistem *Video sender* menggunakan Video Sender (VTx dan VRx) berfrekuensi 5,8GHz 1000mw dan ditampilkan pada Monitor 7" atau laptop pada *Ground Control Station* (GCS).

Daftar Pustaka

- [1] Wiguna Utama, M. R. (2013). Sistem Kendali *Holding Position* Pada *Quadcopter* Berbasis Mikrokontroler *Atmega 328p*. Tugas Akhir. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [2] Sugiarta, A. A. G., (2008). *Dampak Bising Dan Kualitas Udara Pada Lingkungan Kota Denpasar*, Volume 8 No.2 , p. 162 - 167.
- [3] Hoffman, G.M. and Waslander, S.L. (2008). *Quadrotor Helicopter Trajectory Tracking Control*. *AIAAGuidance, Navigation and Control Conference andExhibit*. 18-21 2008 Augustus. Honolulu. Hawaii.AIAA 2008-7410.
- [4] S Purnomo Didik, R Arini Nu, dan Septiawan Bachtiar. (2011). *Navigation and Control System of QuadrotorHelicopter*. Electronics Engineering Polytechnic Institute of Surabaya (EEPIS). Surabaya.
- [5] Zabunov, S, dkk., (2014). *XZ-4 Vertical Takeoff and Landing Multi-Rotor Aircraft*, Volume 2(4), pp. 1-7.
- [6] Duyo, R. A., (2009). *Aplikasi Rangkaian Terintegrasi MC 1374 Sebagai Pemancar Audio Vidio Pada Kanal High Frequency Televisi*, Volume 4 No.1 , p. 1.
- [7] Pixhawk
<http://copter.ardupilot.com/wiki/common-pixhawk-overview/>
Diakses pada 1 Juli 2015
- [8] Suja, M. J. J., (2015). Sistem Navigasi Pada Unmanned Surface Vehicle Untuk Pemantauan Kondisi Daerah Perairan.Tugas Akhir. Teknik Elektro Universitas Lampung.